

Шурыгина Л.С., Шурыгин Е.Г., Мелешко А.И.

<sup>1</sup> кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, ГВУЗ «ДГПУ»

<sup>2</sup> ассистент кафедры геометрии и методики математики, ГВУЗ «ДГПУ»

<sup>3</sup> студентка 5 курса физико-математического факультета, ГВУЗ «ДГПУ»

e-mail: fiziksgpu@yandex.ru

## О ЕСТЕСТВЕННОМАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ В ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ НАУКИ

Обосновывается утверждение, что междисциплинарность – характерная особенность постнеклассического этапа развития науки и современная форма ее фундаментальности. Это необходимо учитывать при совершенствовании всех уровней системы образования.

**Ключевые слова:** *междисциплинарность, сложность, синергетика, детерминированный хаос, солитон*

«Ключ к завтрешнему дню — мировоззрение,  
выработанное сегодня»

*Н.Н. Моисеев*

«То, что мы наблюдаем — не сама природа, но  
природа, открывающаяся нашему способу зада-  
вать вопросы»

*В. Гейзенберг*

### Вступление

Проблема совершенствования содержания естественнонаучного образования, преодоления отставания его от современной науки очень актуальна в период быстрого развития последней. Однако, огромное количество появляющихся теорий и экспериментальных фактов не могут быть втиснуты в содержание соответствующих дисциплин. Это и не нужно. Необходимо учить, главным образом, не тому «что думать», а «как думать» с учетом миропонимания соответствующей эпохи. Поэтому дидактической переработке, в первую очередь, подлежат те направления развития науки, те открытия, которые вносят новое в естественнонаучную картину мира, изменяют представления о научной рациональности. Для их выделения необходим анализ развития мировоззрения и стратегий познания.

## Основна часть

Переход от классического этапа развития науки к неклассическому в первых десятилетиях XX века связан с появлением теории относительности (специальной и общей), квантовой механики и считается революционным.

Классическая картина мира, в основе которой лежит физика Галилея и Ньютона, – упрощенная модель реальности, описываемой с позиции постороннего, «абсолютного» наблюдателя, с позиции субъекта ей (изучаемой реальности) не принадлежащего. Науку интересуют, главным образом, состояния равновесия и устойчивости. Считалось, что свойства реальности хорошо отображаются линейными законами (реакция системы на воздействие всегда пропорциональна последнему). Благодаря успехам классической механики в науке утвердился лапласовский детерминизм – возможность однозначного определения состояния системы в любой последующий момент времени, если известно начальное состояние. Принималась концепция пассивной природы, подвластной детерминированным и обратимым законам. В таком мире нет развития, не может возникнуть ничего нового.

В неклассический период развития науки было осознано, что мы изучаем не «объект» сам по себе, а наше взаимодействие с ним, появилось понятие относительности к средствам наблюдения, принцип неопределенности и принцип дополнительности. Повысился гносеологический статус статистических законов – в микромире, в квантовой механике, они объективны, а не отражают «состояние нашего ума», наше незнание.

Достижения науки последних десятилетий XX века также связывают с революционными изменениями в миропонимании. Теперь имеет значение не только изучаемый объект и инструменты исследования, но и познающий субъект. Осознано, что когнитивный опыт познающего коренится в его биологической структуре. «Мы не видим «пространство» мира, мы проживаем поле нашего зрения. Мы не видим «цветов» реального мира, мы проживаем наше собственное хроматическое пространство» [1, с. 20]. Появляются новые представления о самых фундаментальных свойствах реальности – эволюции природных систем и геометрии природы. Но, в связи с открытием детерминированного хаоса, появляются и новые ограничения в познании – «горизонт прогноза». В центре внимания – сложные системы нано-, макро- и мегауровней структурной организации материи. Характеризуя этот этап развития науки лауреат Нобелевской премии И.Р. Пригожин пишет о «новом диалоге человека с природой», о переносе акцента в познании реальности от Бытия к Становлению, от существующего к возникающему. Новое миропонимание связывают с новым стилем научного мышления – нелинейным. «Нелинейное мышление

– новый стиль мышления в современном точном естествознании» [2, с. 126]. В физической энциклопедии указано: «Все реальные физические системы нелинейны, их можно считать линейными лишь приближенно» [3, с. 312]. В списке В.Л. Гинзбурга особенно важных и интересных проблем в физике и астрофизике начала XXI века под номером одиннадцать читаем: «Нелинейная физика. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Странные аттракторы» [4]. В комментариях к этому пункту указано, что внимание к нелинейной физике все усиливается и усиливается. Пришло также понимание того, что нелинейными свойствами обладает не только физическая реальность. Методология, основанная на нелинейном мышлении, междисциплинарна. Она нужна в экономических, социальных науках, в экологии и т.д. Например, нелинейность в биологии имеет экспоненциальный характер. «Эволюционный смысл столь мощной нелинейности вполне понятен: надо услышать шорох подползающей змеи и не ослепнуть при близкой вспышке молний. Те биологические системы, которые не смогли охватить громадный диапазон жизненно значимых воздействий среды, попросту вымерли, не выдержав борьбы за существование. На их могилах можно было бы написать: «Они были слишком линейны для этого мира». Но такая же судьба ожидает и математические модели, не учитывающие этой важной особенности жизни» [5, с. 55].

Особенность постнеклассического этапа развития науки – появление междисциплинарных направлений исследования: кибернетики, теории систем, синергетики, нанонауки и т.д. Ядром формирующейся постнеклассической науки XXI века, по мнению академика В.С. Степина (директора института философии РАН) является синергетика – междисциплинарное направление изучения сложных систем различной природы. Синергетика имеет естественнонаучные корни. Она выросла из теории лазерной генерации, неравновесной термодинамики, теории автоколебаний и автоволн различной природы, исследований неравновесных структур в плазме. Используются и развиваются в ней также междисциплинарные подходы кибернетики и теории систем. Каркас синергетики, объединяющий изучение сложных систем любой природы в единый трансдисциплинарный подход – нелинейная динамика, раздел современной математики, занимающийся исследованием нелинейных динамических систем. «Под динамической системой условились понимать систему любой природы (физическую, химическую, биологическую, социальную, экономическую и т.д.), состояние которой изменяется (дискретно или непрерывно) во времени» [6, с. 16].

Потребность в междисциплинарном подходе на данном этапе развития науки объясняется следующим:

1. Высокие технологии создаются только на основе междисциплинарного синтеза. Например, нанотехнологии появились и развиваются на стыке физики, химии, биологии, медицины, материаловедения и т.д.

2. Дифференциация науки XX века привела к появлению огромного количества научных дисциплин. С одной стороны, узкая специализация способствовала их развитию, с другой – привела к незнанию специалистами происходящего даже в смежных областях науки. За деревьями не стало видно леса. Возникла потребность в целостном миропонимании. Г.Г. Малинецкий (председатель редколлегии серии «Синергетика: от прошлого к будущему») считает: «За междисциплинарностью, целостной гармоничной картиной мира – будущее. Без них научное познание утратит красоту, очарование, а потом и силу» [6, с. 13].

3. Междисциплинарность – современная форма фундаментальности науки (и образования). Научный метод познания в классическом понимании состоит из следующих этапов: обобщение определенной группы фактов, вывод следствий, экспериментальная их проверка и, наконец, теория (О таком пути развития научной мысли писал А. Эйнштейн [7, с. 569-570]). Однако переживаемый в наше время информационный взрыв делает актуальным другой метод научного поиска, который можно назвать концептуальным. Его компоненты: разрозненные аналогии, концепция, теория. Концептуальный подход не исключает классический, но опирается на него.

Наличие аналогий между различными явлениями и процессами – проявление основных принципов природы в многообразии закономерностей частных наук. Значение аналогий понимали многие знаменитые ученые. Блестяще пользовался ими (аналогиями) Вернадский В.И. В своих знаменитых лекциях Р. Фейнман писал: «переходя к новым разделам физики и даже к другим наукам, мы сталкиваемся с уравнениями, почти не отличающимися от уже известных нами ранее. Таким образом, многие явления имеют аналогию в совсем других областях науки» [8, с. 97]. Один из создателей теории систем Л. фон Берталанфи подчеркивал, что важны не поверхностные аналогии, а изоморфизмы в математическом смысле слова, т.е. строгое соответствие между всеми элементами сравниваемых систем.

Один из отцов-основателей синергетики Г. Хакен, предложивший название данному научному направлению, стал интенсивно развивать его, обнаружив аналогию между процессами появления когерентного излучения в лазере, конвективных структур в подогреваемом снизу слое жидкости и равновесными фазовыми переходами.

Отдельные научные дисциплины рассматривают определенные виды движения, тесно связанные с моделью системы. В синергетике в центре внимания не вид движения, а процесс развития, качественные изменения системы, возникновение, исчезновение или превращение динамических структур, структур-процессов.

Одним из истоков синергетики и ее составной частью является теория колебаний и волн. Из школьного курса физики известно, что колебания различной природы (механические, электрические и т.п.) подчиняются одинаковым количественным законам. Важно не то, что именно колеблется, а, главным образом, как совершаются колебания. Л.И. Мандельштам в своих известных лекциях писал, что для теории колебаний не типичен интерес к тому, что происходит в данный момент в данном месте. Ее интересует, главным образом, общий характер процесса взятого в целом, в течении некоторого интервала времени. То же самое можно сказать о синергетике. Она как бы надстраивается над различными разделами науки, выделяя основные общие закономерности развития природных систем.

Основы математического аппарата, адекватного такому подходу к изучению реальности, заложены на пороге XX века А. Пуанкаре. Со времен Ньютона в качестве математических моделей природных явлений используются дифференциальные уравнения. Однако найти аналитическое выражение для решения уравнения или их систем возможно далеко не всегда. Число уравнений, интегрируемых в квадратурах, крайне ограничено. Существуют приближенные методы численного нахождения решений, дающие возможность вычислять частные решения на заданном промежутке изменения независимых переменных. Однако для многих вопросов естествознания таких знаний недостаточно (Например, устойчива ли наша Солнечная система?). А. Пуанкаре иллюстрирует ситуацию на примере проблемы трех тел: «Будет ли одно из тел всегда оставаться в некотором участке неба или оно может удалиться в бесконечность? Будет ли расстояние между двумя из этих тел неограниченно убывать или, напротив, это расстояние будет всегда заключено в определенных границах?» (Цитируется по [9]). Для ответа на подобные вопросы нужно знать решение для большого (как угодно) промежутка времени, т.е. «знать характер решения в целом». Поэтому, утверждает А. Пуанкаре, необходимо, прежде всего, качественное исследование функций, определяемых дифференциальными уравнениями. К качественным исследованиям относятся: геометрическое изучение интегральных кривых, фазовых траекторий, фазового портрета системы, исследование устойчивости стационарных режимов функционирования и т.д. Этими вопросами занимается качественная теория

дифференциальных уравнений или, в современной интерпретации, – теория динамических систем. Именно с качественной стороны должна начинаться теория всякой функции, — утверждает А. Пуанкаре, предвидя чрезвычайную важность такого анализа для многих вопросов естествознания и математики. Явления, описание которых одинаково с точки зрения качественной теории, аналогичны.

Синергетика – теория развития, функционирования сложных систем. Можно говорить о сложности на структурном и на функциональном уровне. Эти сложности взаимосвязаны, но не эквивалентны. Сложная система состоит из множества взаимодействующих подсистем, элементов. Вследствие этого взаимодействия, система приобретает новые свойства, которые называют эмерджентными (В термодинамике, например, это энтропия, температура и т.п.). В статистической физике также рассматривают системы, состоящие из множества подсистем. Однако взаимодействием между ними либо пренебрегают либо считают достаточно слабым (идеальный газ, фотоны в равновесном излучении, фононы в твердом теле и т.д.). В синергетике главное – взаимодействие подсистем, учитывается его нелинейность.

Примеры сложных макроскопических систем: планеты, жидкости, твердые тела, облака, растения, животные, популяции животных, человеческие сообщества, ансамбль нейронов мозга и т.д.

Понятие сложности неразрывно связано с нелинейностью. Если система линейна, можно воспользоваться принципом суперпозиции, разложить ее на независимые составляющие, изучив которые объяснить поведение всей системы. Для сложных систем такой подход (редукционизм) неприменим. Целое не сводится к сумме частей, а части, образуя сложную систему, изменяют свои свойства.

И.Р. Пригожин пишет, что важнее говорить о сложном поведении, сложном функционировании, чем о сложности структуры. Одна из существенных особенностей сложного поведения – способность совершать переходы между различными режимами функционирования. Поэтому «понятие сложности относится к таким системам, в которых наблюдаемое поведение в значительной мере связано с их эволюцией, т.е. предысторией» [10, с. 48].

Примерно до середины XX века единственным законом эволюции неживых систем (косной материи — по терминологии Вернадского В.И.) являлся второй закон термодинамики, согласно которому изолированные системы стремятся к равновесному состоянию, т.е. деградируют. Наблюдаемые в природе процессы структурообразования не объяснялись.

Согласно синергетике вся материя во Вселенной, на всех уровнях структурной организации, — космологическом, физическом, биологическом, социальном, обладает свойством самоформирования, саморазвития, самоорганизации. «Я думаю, что познание механизмов самоорганизации и составляет суть фундаментальных наук», — пишет академик Н.Н. Моисеев в своей последней книге [11].

Под самоорганизацией обычно понимают процессы спонтанного упорядочения, образования структур в далеких от равновесия, открытых системах. Система самоорганизуется, если она приобретает пространственную, временную или функциональную структуру без специфического воздействия извне, т.е. без воздействия, навязывающего ей определенную структуру. Установлено, что существуют устойчивые способы организации структур-процессов в среде, зависящие от свойств среды, адекватные ей, к которым эволюционируют все другие состояния данной системы со временем.

Различают самоорганизацию консервативную, диссипативную и дисперсную. В первом случае структуры возникают при понижении температуры. Это — равновесные фазовые переходы, например, жидкость — кристалл. Для существования образовавшихся структур приток энергии не нужен.

В результате неравновесных фазовых переходов образуются диссипативные структуры. Это — структуры-процессы, возможные только в далеких от равновесия условиях. Для их возникновения и поддержания необходимы диссипативные процессы (диффузия, вязкость, химические реакции и т.д.) и, следовательно, приток энергии извне. Например, все биологические системы являются диссипативными.

Одна из интересных особенностей неравновесности — дуалистичность диссипативных процессов, необратимости. Вблизи равновесия они разрушают порядок (переход к равновесию), но создают порядок (структуры) вдали от равновесия, играя конструктивную роль.

Примеры диссипативных структур-процессов: когерентное излучение в лазере, конвективные структуры в жидкостях или газах (например, ячейки Бенара), гранулы на Солнце, тепловые структуры в плазме, многие астрофизические явления, многие социальные явления, самоорганизующейся системой является человеческий мозг в процессе познания реальности и т.д. Процессы самоорганизации происходят на всех уровнях структурной организации материи, от элементарных частиц до космических структур, галактик.

Дисперсная структура — солитон. Концепция солитона — одна из фундаментальных в современной науке. Солитонами называют уединенные волны, формирующиеся в нелинейных средах с дисперсией, которые по своим свой-

ствам во многом напоминают частицы. Если один солитон догоняет другой, то они ведут себя как частицы при упругом столкновении.

При создании квантовой механики была попытка представить частицу как пакет волн де Бройля, поскольку скорость частицы и соответствующего ей волнового пакета одинаковы. Однако интерпретация не была принята – для волн де Бройля дисперсия имеет место даже в вакууме, скорость распространения зависит от длины волны. Поэтому волновой пакет неустойчив, быстро расплывается, а частицы (электроны, протоны и т.д.) устойчивы.

В нелинейной среде ситуация может быть иной. Скорость распространения нелинейной волны зависит от ее амплитуды, поэтому форма распространяющейся уединенной волны, волнового импульса, становится все круче. Это, при определенных условиях, компенсирует действие дисперсии, уединенная волна становится устойчивой.

Образование и распространение солитонов описывается нелинейными уравнениями, аналитически точное решение которых удается найти в исключительных случаях. Однако во второй половине XX века была установлена удивительная связь между стационарным уравнением Шредингера для одномерного движения и уравнением Кортевега – де Фриза (КдФ) для нелинейных волн в среде с дисперсией. Появился метод обратной задачи рассеяния, жемчужина двадцатого века в области математической физики. Существованию солитонов было дано аналитическое объяснение.

Солитоны или солитоноподобные объекты наблюдаются везде: на поверхности воды, в плазме, в нелинейной оптике, в кристаллах, сверхпроводниках, в атмосфере Земли. Например, ряд интересных явлений в твердом теле можно объяснить лучше, если привлечь солитоны, рассматривая их в качестве элементарных возмущений.

Теоретикам нравится идея, согласно которой элементарные частицы являются солитонами соответствующих нелинейных полей. Существует теоретическая работа, убедительно доказывающая, что квант гравитационного поля – гравитон, является солитоном (Уравнения ОТО Эйнштейна, определяющие свойства гравитационного поля, нелинейны). ТВО (Теория Великого Объединения всех трех взаимодействий – слабого, сильного и электромагнитного, еще не созданная окончательно) предсказывает существование необычных гигантских солитонов – космических струн, представляющих собой тонкие вихревые трубки, длина которых сравнима с размерами Галактики. Проблема космических струн (с вопросом) находится в упомянутом выше списке В.Л. Гинзбурга. Очевидно, что у солитоники (науки о солитонах) большое будущее.



Изучение процессов самоорганизации имеет не только теоретический интерес. Чтобы показать это приведем отрывок из доклада сотрудников И. Пригожина для Европейской Комиссии: «Поддержание организации в Природе не достигается (и не может быть достигнуто) управлением из единого центра; порядок может поддерживаться только с помощью самоорганизации. Самоорганизующиеся системы делают возможной адаптацию к преобладающей окружающей среде, т.е. реагирует на изменения в окружающей среде, и именно их термодинамический отклик делает такие системы чрезвычайно гибкими и устойчивыми к возмущениям внешних условий. Мы хотели бы подчеркнуть превосходство самоорганизующихся систем над традиционной человеческой технологией, старательно избегающей сложности и иерархически управляющей процессами . . . . Совершенно новая технология должна быть создана для того, чтобы использовать высокий потенциал управляемости и регулирования самоорганизующихся систем; это иллюстрируется биологическими системами, способными создавать сложные продукты с непревзойденной точностью, эффективностью и скоростью» [12, с. 13]. Очень важно также понять принципы самоорганизации, которые используются наноструктурами в природе.

Следующее фундаментальное открытие второй половины XX века – детерминированный (динамический) хаос. Под детерминированным хаосом «подразумевается нерегулярное, или хаотическое движение, порожденное нелинейными системами, для которых динамические законы однозначно определяют эволюцию во времени состояния системы при известной предистории» [13]. Таким образом, имеются уравнения, характеризующие происходящие с системой изменения, известны начальные условия, но поведение системы предсказуемо только на ограниченном интервале времени. Это противоречит сформировавшимся в классической науке представлениям. В 1986 г президент Международного союза теоретической и прикладной механики выступил с заявлением: «Мы все глубоко осознаем сегодня, что энтузиазм наших предшественников по поводу великолепных достижений ньютоновской механики побудил их к обобщениям в этой области предсказуемости, в которые до 1960 г мы все охотно верили, но которые, как мы теперь понимаем, были ложными. Нас не покидает коллективное желание признать свою вину за то, что мы вводили в заблуждение широкие круги образованных людей, распространяя идеи о детерминизме систем, удовлетворяющих законам движения Ньютона, – идеи, которые как выяснилось после 1960 г, оказались неправильными» (Цитируется по [14, с. 84]).

Динамический хаос – типичное свойство нелинейных систем и часто встречается в природе. Это явление обнаруживается в электрических цепях, лазерах, ускорителях частиц, в экономике и т.д. Динамический хаос проявляется в физиологических реакциях живого организма. Например, типичная электрокардиограмма не является реализацией только регулярного процесса, но и детерминированного хаоса. «Детерминированный процесс с существенной хаотической компонентой или хаотический процесс с существенной детерминированной компонентой – это основа кинетики живой материи» [15]. Хаотическая компонента важна для приспособляемости системы к внешней среде. Благодаря хаотической динамике сложная система способна работать в широком диапазоне условий и адаптироваться к их изменениям.

Геометрия природных объектов зависит от динамики процессов, их формирующих. Сложный режим функционирования динамических систем порождает фрактальную структуру. Фрактальная геометрия природы – визуализация, структурная запись создающих эти объекты природных процессов, имеющих хаотическую компоненту.

Таким образом, понятия об эволюции природных систем, самоорганизации, детерминированном хаосе, фракталах – связанные между собой компоненты современного миропонимания. Это надо учитывать при формировании содержания естественно-математического образования.

В рамках Болонского процесса подчеркивается важность поддержки междисциплинарности для улучшения качества высшего образования. Предполагается обязательное наличие кредитов по междисциплинарным курсам. Знания нужно не только собирать и накапливать, но и уметь связывать их в целостную систему.

В разработанном в 2001 году Европейской организацией университетов директивном документе «Контроль качества в высшем образовании» междисциплинарность рассматривается как один из его (качества) показателей.

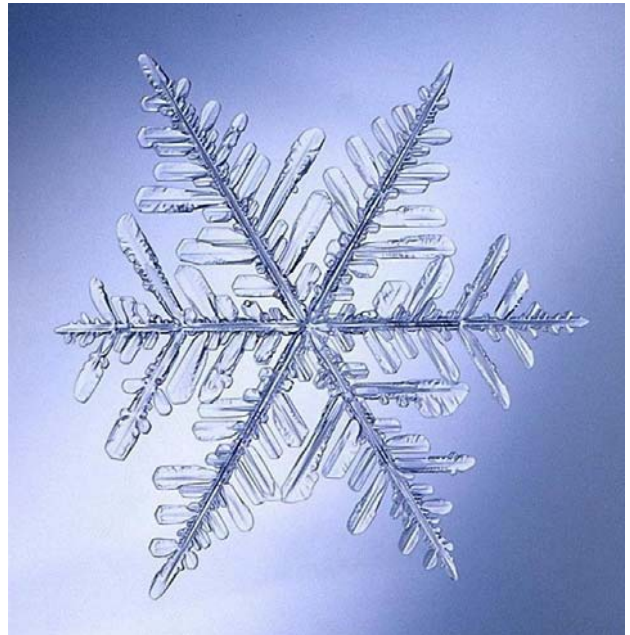
## **Выводы**

Приведенный анализ показывает, что при формировании содержания образования, кроме дисциплинарного подхода, должен использоваться и междисциплинарный.

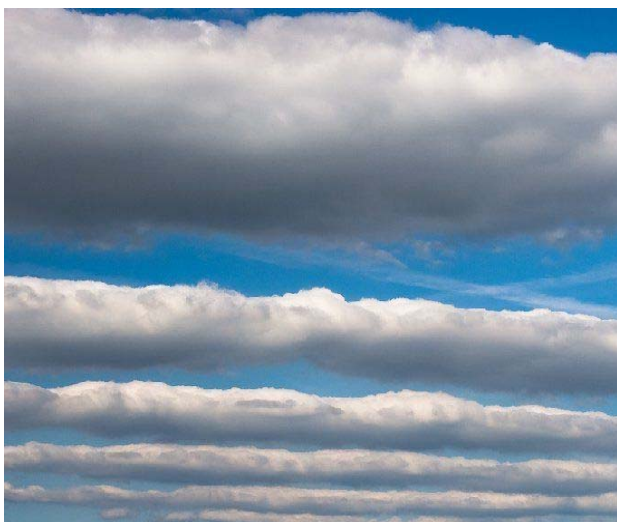
Наиболее соответствует состоянию современной науки и потребностям практики междисциплинарное направление изучения сложных систем различной природы – синергетика.



а)



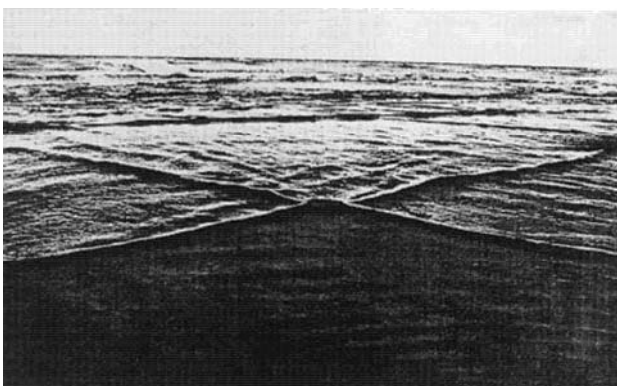
б)



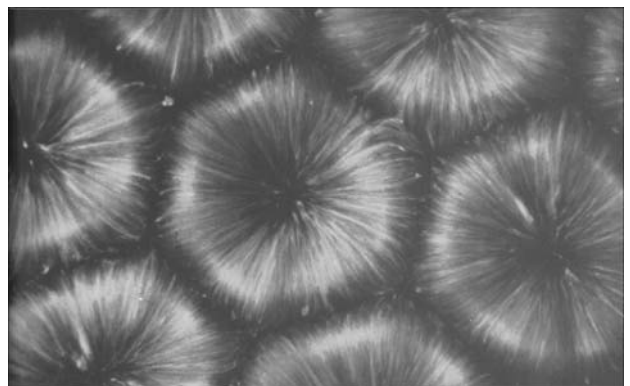
в)



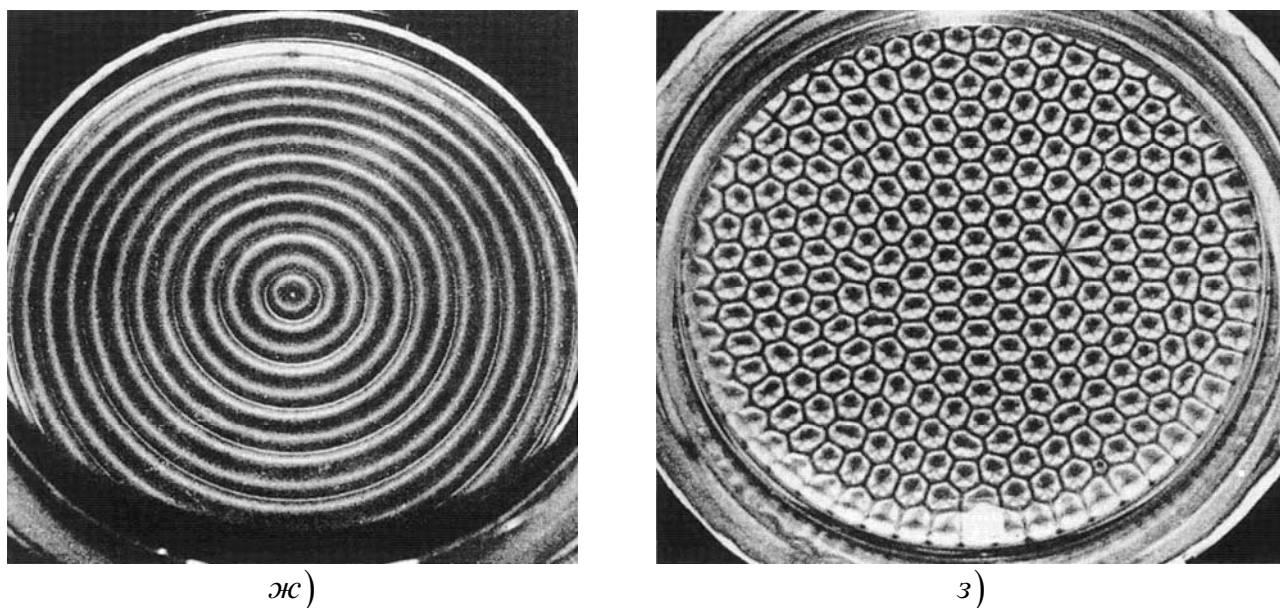
г)



д)



е)



**Рис. 1:** Самоорганизация в природе: а), б) – снежинки; в) – облака; г) – спиральная галактика NGC 1232; д), е) – конвективные ячейки и валы Бенара (фотографии из [16]); ж) – взаимодействие двух скрещенных солитонов на мелкой воде (фотография из [16]); з) – ячейки Бенара.

## Литература

- [1] Матурана У.Р. Древо познания: биологические корни человеческого понимания / У.Р. Матурана, Ф.Х. Варела. — М.: Прогресс-Традиция, 2001. — 224 с.
- [2] Добронравова И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления / И.С. Добронравова. — К.: Либідь, 1990. — 152 с.
- [3] Физическая энциклопедия: в 5 т. / [редкол.: Д.М. Алексеев и др.; ред. А.М. Прохоров]. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992.
- [4] Гинзбург В.Л. Физический минимум — какие проблемы физики и астрофизики представляются особенно важным и интересными в начале XXI века / В.Л. Гинзбург // УФН. — 2004. — Т. 177, № 4.
- [5] Молчанов А.М. Нелинейность в биологии / А.М. Молчанов. — Пущино: Пущинский научный центр РАН, 1992. — 222 с.
- [6] Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение. / Ю.А. Данилов. — М.: КомКнига, 2006.
- [7] Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4 т. / А. Эйнштейн. — М.: Наука, 1967. — Т. 4: Письма к Морису Соловину.
- [8] Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. — М.: Мир, 1965. — Т. 2

- [9] Качественная теория динамических систем второго порядка / [Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г.]. — М.: Наука, 1966.
- [10] *Николис Г.* Познание сложного. Введение. / Г. Николис, И. Пригожин. — М.: Мир, 1990.
- [11] *Моисеев Н.Н.* Универсум. Информация. Общество. / Н.Н. Моисеев. — М.: Устойчивый мир, 2001.
- [12] *Пригожин И.* Современная термодинамика: от тепловых двигателей до диссипативных структур / И. Пригожин, Д. Кондепуди. — М.: Мир, 2002. — 461 с.
- [13] *Шустер Г.* Детерминированный хаос. Введение. / Г. Шустер. — М.: Мир, 1988.
- [14] *Пригожин И.* Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. / И. Пригожин, И. Стенгерс. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 240 с.
- [15] *Иваницкий Г.Р.* XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики / Г.Р. Иваницкий // УФН. — 2010. — Т. 180, № 6. — С. 337 – 369.
- [16] *Инфельд Э.* Нелинейные волны, солитоны и хаос / Э. Инфельд, Дж. Роландс. — М.: Физматлит, 2006. — 480 с.