

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

УДК 541.515 : 577.3

© В. М. Билобров¹, Н. М. Богдан¹, Е. В. Хомутова¹, В. Л. Гладий², Ю. А. Федченко²
ЕДИНАЯ «ЭВОЛЮЦИОННАЯ» ТЕОРИЯ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОСТИ.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

¹ *Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины*
83114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 70; e-mail: postmast@infou.donetsk.ua

² *Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

Билобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова Е. В., Гладий В. Л., Федченко Ю. А. Единая «эволюционная» теория трансдисциплинарности. Современное состояние. – Рассмотрены особенности трансдисциплинарности с позиции современных представлений решения проблем науки XXI века. Показано, что современные воззрения об эволюции, как о Вселенском процессе развития окружающего нас Мира, начали формироваться благодаря созданию неравновесной термодинамики.

Ключевые слова: трансдисциплинарность, термодинамика, эволюция, нанометрическая шкала.

Введение

Еще в 60-70 годы XX столетия в научных кругах назрела необходимость расширения научного мировоззрения за счет более глубокого проникновения в суть законов природы. Как результат этого, взамен узкого дисциплинарного подхода, начали формироваться «междисциплинарный», а затем и «трансдисциплинарный» подходы [1].

Трансдисциплинарность провозглашает равенство больших и малых научных дисциплин, известных и малоизвестных ученых, разных культур и религий в исследовании окружающего мира и, таким образом, трансдисциплинарность по существу играет роль своеобразной «охранной грамоты» для любой точки зрения. Кроме того, трансдисциплинарность можно трактовать и как высокий уровень просвещенности, разносторонности и, наконец, универсальности знаний.

Более того, трансдисциплинарность предполагает универсальное правило изучения окружающего мира, когда исследования ведутся сразу на нескольких уровнях. То есть трансдисциплинарность следует понимать как «принцип организации» научных знаний, как возможность взаимодействия многих дисциплин для комплексного решения проблемы. Наконец, трансдисциплинарность позволяет ученым официально выходить за рамки своей дисциплины, не опасаясь при этом быть обвиненным в дилетантстве [2].

Очевидно, трансдисциплинарность резонно также рассматривать в качестве одного из основных способов решения проблем науки XXI века. В этой связи сошлемся на текст «Всемирной Декларации о высшем образовании для XXI века: подходы и практические меры», принятой участниками Международной конференции по высшему образованию, состоявшейся в октябре 1998 г. в Париже, в штаб-квартире ЮНЕСКО.

Статьи 5 и 6 данной Декларации содержат рекомендации – поощрять трансдисциплинарность в программах учебного процесса и учить будущих специалистов использовать трансдисциплинарный подход для решения сложных проблем природы и общества.

Сформировались уже и национальные школы трансдисциплинарности (американская, швейцарская, российская и др.), которые отличаются способами и приемами изучения объектов, их структурных и функциональных особенностей, свойств и взаимодействий с окружающим миром. При этом в качестве критерия достоинств научных подходов обычно служит степень полноты познания объекта изучения.

Таким образом, трансдисциплинарность предполагает такую организацию научных знаний, которая обеспечит возможность взаимодействия многих дисциплин для комплексного решения важнейших научных проблем [1, 2].

Есть обоснованное мнение, согласно которому наиболее плодотворный подход к трансдисциплинарной унификации наук ожидается (по Эрвину Ласло)* в случае принятия эволюции в качестве базового понятия (*evolvere* – от латинского «развертывание взрослого организма из крохотного гомункулуса», которое лишь в XXI веке стали отождествлять с теорией Дарвина). В наше время «эволюция» уже не рассматривается как чисто биологическое понятие, а является частью организационно-когнитивной структуры многих естественнонаучных дисциплин. Достаточно сказать, что все существующее в нашей Вселенной принято рассматривать как продукт структурирования (т. е. эволюционирования) вещества в результате взрывной неустойчивости 15 миллиардов лет назад. При этом его синтез (водород, гелий) начался уже в первые 10^{-34} секунды, а синтез более тяжелых химических элементов до сих пор продолжается как в недрах звезд, так и в межзвездном пространстве. Биологическая эволюция началась на нашей планете 3,5 ÷ 4,5 миллиардов лет назад, гоминиды появились лишь несколько миллионов лет тому, а *sapiens*, способный к членораздельной речи, использованию орудий труда и абстрактно мыслить, существует лишь 100 тысяч лет. И только 20 тысяч лет *Homo* начал эволюционировать в социокультурные и технологические сообщества.

Таким образом, представления об эволюции в последние десятилетия существенно развились, обогатились и закрепились в эмпирических естественных науках и вывели этот термин из числа чисто философских умозрительных построений, превратив его тем самым в предмет широкого научного исследования. Более того, есть основания думать, что современные представления о эволюции, как о Вселенском процессе развития окружающего нас Мира, начали формироваться благодаря созданию неравновесной термодинамики [3].

В этой связи следует напомнить, что классическая термодинамика, занимаясь изучением превращений в замкнутых системах свободной энергии в тепловую с последующим превращением порядка в случайность, в первой половине XX века открыла и начала изучать новые подходы. Так, работа Л. Онзагера «Соотношения взаимности в необратимых процессах» (1931 г.) означала решительный поворот исследователей в сторону необратимых процессов, которые не только не приближают систему к термодинамическому равновесию, а напротив, уводят её от него. В 1947 г. И. Пригожин в своей докторской диссертации изучил поведение сильно неравновесных систем, а в 60-е годы вместе с группой математиков разработал основы новой науки – неравновесной термодинамики.

Совокупные исследования в этой области показали, что постепенные изменения, происходящие в реальных системах, формируют в них неравновесность и тем самым способствуют их дальнейшей нелинейной эволюции, открытости для потоков энергии из окружающей среды и в окружающую среду. Таким образом, открытая система вдали от термодинамического равновесия «импортирует» свободную энергию из окружающей среды и «экспортирует» в окружающую среду энтропию. По-видимому, именно это еще в середине XX века Шредингеру позволило заявить, что «жизнь питается негэнтропией». Действительно, если система (живое вещество) импортирует больше негэнтропии, чем рассеивает во вне энтропию, то такая система и растет и развивается. Таким образом, если энтропия, произведенная необратимыми процессами внутри открытой (живой) системы, переносится в окружающую среду, то такая система в общем случае может находиться или в стационарном состоянии ($\Delta S = 0$), или же расти и усложняться ($\Delta S < 0$).

Следовательно, прогрессивная эволюция в широком (физическом смысле) начинается там и тогда, где и когда критические флуктуации толкают сильно неравновесную систему еще дальше от теплового и химического равновесия, а новый порядок возникает в ходе этих критических флуктуаций при резком изменении фазовой устойчивости.

Кстати, если система эволюционирует, то это может значить, что в этом случае хотя бы одна из возможных флуктуаций, возникающих в момент фазовой неустойчивости, может быстро распространиться и охватить всю систему. Если это происходит, то вся система в

* Эрвин Ласло – венгерский философ, автор 75 книг и более 400 статей преимущественно по теории общей эволюции, редактор «Журнала общей эволюции».

целом претерпевает бифуркацию и на ее эволюционной траектории появляется новая мода (то есть новая координата развития). И, таким образом, возмущения, случайные возмущения критических флуктуаций, а далее и бифуркации являются теми самыми ключевыми элементами (этапами), которые и определяют интерактивную динамику, отвечающую за эволюцию сильно неравновесных (живых) систем.

Здесь следует отметить и то, что последовательный ход эволюции отнюдь не означает, что она непременно должна быть гладкой и непрерывной.

В этой связи уместно напомнить об общеизвестных и отчетливо регистрируемых разрывах, например, между физическими, химическими, биологическими и социальными явлениями. Именно эти разрывы были (и в значительной мере являются) теми основными факторами, которые до недавнего времени обуславливали стойкое разделение областей научного познания на научные дисциплины. Если же согласится с тем, что общие понятия теории эволюции являются универсальными и вполне применимыми к широкому кругу научных дисциплин, то специализированные исследования эволюции различных существ (звезд, бабочек, человека, культур и пр.) не должны препятствовать созданию и внедрению трансдисциплинарного подхода. Действительно, если *apriori* не исходить из предположения, что наш Мир внутренне разделен на отдельные отсеки, то, по-видимому, уже нет оснований настаивать и на том, чтобы его (мира) исследования непременно проводились на основе отдельных научных дисциплин, разделенных непроницаемыми перегородками только в силу того, что процессы физической, биологической и социокультурной эволюции подчиняются существенно разным правилам. Мы теперь знаем, что эволюцию всего сущего следует рассматривать как наиболее общую (трансдисциплинарную, по сути) теорию изменений. Однако она отнюдь не является общей теорией всех изменений. Так, например, чисто случайные, но полностью обратимые во времени изменения не подлежат такому описанию, так как эволюция рассматривает исключительно лишь те изменения, которые (по крайней мере, статистически) являются необратимыми. Более того, даже не все разновидности необратимых изменений подпадают под юрисдикцию эволюции, так как основной, исключительной чертой эволюционных изменений является то, что необратимые изменения должны непременно включать в себя и процессы, которые приводят к возникновению или хотя бы к сохранению упорядоченной структуры как в пространстве, так и во времени. Таким образом, принципы и законы эволюции позволяют изучать все прогрессирующее и продолжающееся, но не обязательно оно должно быть непрерывное, линейное и предсказуемое. Такая концепция укладывается в общую схему прогресса в эмпирических науках и является частью непрерывного потока научных инноваций.

Очевидно, что многие универсальные подходы, развивающиеся и утверждающиеся в наше время, в скором времени уже не будут знать дисциплинарных границ, а четко сформулированная и выверенная трансдисциплинарная теория в едином методологическом ключе посредством инвариантных общих законов будет описывать различные фазы и грани эволюции как квантов, атомов и молекул, так и клеток, организмов и социальных сообществ. Есть основания также думать, что такой подход станет важнейшей составной частью прогресса эмпирической науки XXI века.

Нанометрическая шкала размерности вещества.

Существует ли в действительности наномир, имеется ли семейство наноразмерных объектов индивидуальных по свойствам и достаточно независимых от влияния других объектов? Это вопрос принципиальный.

Проблема наносостояния, как оказалось, далеко не нова ни для химии, ни для материаловедения. Наверное, еще R. Zsigmondy в 1925 г. и Т. Svedberg в 1926 г. были первыми, кто получил Нобелевские премии за важные наблюдения в химии дисперсных (нано?) систем. В целом же до нынешних дней более десяти ученых (преимущественно химиков) получили премии за исследования тех или иных аспектов наносостояния вещества (гигантских кластеров, фуллеренов, фуллероидов, нанотрубок и т. д.). Все это необъятное разнообразие форм и составов существует в весьма узком интервале размеров

(наноразмеров) либо состоит из наноэлементов, структура и строение которых достоверно не соответствуют неизменно в макром мире законам классической кристаллографии. Оказалось, что наночастицы демонстрируют самые разнообразные структурные элементы – одномерные, двумерные, трехмерные, фрактальные, а также всевозможные их комбинации.

Что же предопределяет такое многообразие структур в наном мире? Ответ кроется в квантовом дискретном характере наносостояний, доминирующих в наном мире. При этом наносистемы прежде всего далеки от равновесия из-за наличия в них развитой поверхности. Поэтому положения атомов вблизи поверхности в них весьма отличны от их положений в объеме кристаллов. Естественно, что и состав поверхностного слоя также не соответствует стехиометрическому составу химического соединения в объеме наноструктур, а глубина модуляции структуры может простираться на несколько монокристаллических слоев. Таким образом, наблюдаемое многообразие частиц, а также их структурная и функциональная неоднородность означают, что законы организации и физико-химические свойства различных наночастиц существенно иные, и совершенно естественно, что они не соответствуют тем, которые обычно используются в классической кристаллографии.

Напомним, что еще в 1959 г. Р. Фейман отмечал, что в области малых размеров сокрыто много разного и интересного. И весьма вероятно, что многочисленные аргументы в пользу предположений высказанных по этому поводу этим крупнейшим физиком современности и положили начало наноэпохи. Другой Нобелевский лауреат Илья Пригожин указал на невозможность простого перехода от процессов, протекающих на макроуровне, к процессам (обратимым), протекающим на микроуровне и, таким образом, определил круг проблем, связанных с решением этой задачи.

Так что же сейчас понимается под нанотехнологиями? Оказалось, что в сферу этого направления попадают практически все структурные объекты с размерами (хотя бы вдоль одной из координат), измеряемыми нанометрами. Реально же диапазон таких объектов и таких явлений гораздо шире – от отдельных атомов и их ассоциаций (наночастиц) до частиц, имеющих размеры более 1 мкм в одном или двух измерениях.

Очевидно, что в силу действия различных, но очевидных причин вместе с уменьшением размеров в таких микросистемах уменьшается и характерное время протекания разнообразных процессов в них, т. е. возрастает их быстродействие. Это в первую очередь наводит на мысль о возможных успехах прежде всего в области электроники и вычислительной техники. Достаточно сказать, что реально уже сейчас достигнутое быстродействие на одну элементарную операцию в серийно производимых компьютерах составляет около 1 нс (10^{-9} сек), и в ряде наноструктур оно может быть уменьшено еще на несколько порядков.

Кстати, до наступления эры нанотехнологий человек уже сталкивался с ними и уже широко использует в своей практике как объекты, так и процессы на наноуровне. Напомним, что все биохимические реакции между макромолекулами, катализ в химическом производстве, бродильные и многие другие процессы протекают именно на наноуровне. Однако такая «интуитивная нанотехнология», развившаяся стихийно, конечно же, не может быть надежной основой технологий будущего. По-видимому, это и имел в виду президент Международного союза кристаллографов Ю. Охаши, который отметил, что в последние десять лет свежий ветер пронесся в структурной биологии и «нанонауке». Действительно, уже можно утверждать, что сейчас мир науки переживает концептуальную революцию как в области особенностей строения вещества, так и в области спецификации функций, казалось бы, одного и того же вещества, но разной степени дисперсности.

В наше время перед исследователями стала задача свыкнуться с тем, что наночастицы (биологические, органические, металлоорганические и др.) представляют собой некие индивидуальные образования, обладающие специфическим строением и свойствами, но несоответствующими их привычному классическому химическому описанию (фуллерены, икосаэдрический графит и алмазы, трубки, конусы, металлические кластеры, кластеры кластеров и т. п. структуры) [4]. При этом понятия классического фазового или агрегатного

состояния неприменимы к наночастицам. В этой связи нельзя не отметить, что эта революция в значительной мере обязана инструментальной революции в микроскопии высокого разрешения, а также развитию методов спектральных исследований.

В целом, по-видимому, следует признать, что это новый тип динамических состояний материи, отвечающий названию «диссипативные структуры». Их регистрация в химии и биологии свидетельствуют о когерентных процессах, идущих в этих средах на надмолекулярном уровне, что и обуславливает уникальные свойства некоторых химических и всех без исключения биологических структур. Это своеобразный «зазор» между макроуровнем, где действуют континуальные теории сплошных сред, и атомным уровнем, подчиняющимся законам квантовой механики. Именно здесь, в этом «зазоре» и находится обширный уровень структуры материи – наномир. Поэтому, на этом уровне и протекают жизненно важные биохимические процессы между макромолекулами ДНК, РНК, белков, ферментов, а также в различных субклеточных структурах. Все это требует все более глубокого понимания их специфичности. Именно здесь уже целенаправленно создаются человеком неизвестные ранее продукты и технологии, способные радикально изменить нашу жизнь.

Если через эту призму посмотреть на связь ДНК с протеинами, то это по существу означает связь между чертежом и изделием. Развивая эту аналогию, можно заключить, что кристаллография теперь объединена с информатикой, ростом, формами, а также общим морфогенезом, включающим статику и динамику структур в пространстве, т. е. информация, таким образом, слита воедино со структурой материи.

Основой этих новых технологий являются комплексные междисциплинарные глубокие знания свойств различных атомов и молекул вещества и сил взаимодействия между ними на расстоянии примерно 1 нм, то есть, предполагается объединить знания и создать общий язык описания законов формирования различных атомных конфигураций в виде молекул, молекулярных ассоциатов и кластеров с помощью прочных связей (ковалентных, ионных и металлических), слабых специфических, направленных и насыщаемых (водородной связи, взаимодействий с переносом заряда), а также слабыми неспецифическими (Ван-дер-ваальсовыми и др.). Далее предполагается объединить знания и создать общий язык описания законов изменения свойств наночастиц. И, наконец, максимально унифицировать как знания, так и законы описания как наночастиц, так и упоминавшихся выше микрочастиц. При этом следует иметь в виду, что изменения специфических свойств наночастиц наступают, как правило, задолго до проявления квантовых пределов (т. е. при размерах примерно 100 нм). При этом для разных свойств (физических, химических, биологических и др.) этот критический размер наноструктур может быть разным.

Однако во всех случаях (как мы уже отмечали выше) миграция атомов вдоль поверхности таких частиц происходит всегда намного быстрее, чем в их объеме. Таким образом, наличие сил притяжения между ними приводит к их самоорганизации, а также к самосборке качественно иных упорядоченных гетероструктур. При достаточно малых размерах и низких температурах в ряде случаев возникают специфические эффекты, которые могут использоваться в электронике, оптике, вычислительной технике (квантовые точки, проволоки, кольца и т.п.). В этой связи следует отметить, что работы И. Пригожина и его учеников, а также многочисленных последователей объясняют физико-химическую природу самоорганизации наносистем, определяют причины их движения от минимума свободной энергии и максимального заполнения их пространства неперiodическими структурами [5].

Синергетика – универсальный механизм эволюционирования и самоорганизации вещества.

Синергетика (от греч. *совместно действующий*) – междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого и является изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации систем. Таким образом, синергетика изначально заявлялась как междисциплинарный подход, так как принципы, управляющие процессами самоорганизации, являются одними и теми же и при этом независимыми от

природы систем. Очевидно, что для их описания пригоден общий математический аппарат. С мировоззренческой точки зрения синергетика часто рассматривается как «глобальный эволюционизм» или как «универсальная теория эволюции» (см. пред. раздел), которая и формирует единую основу для описания возникновения любых новаций, аналогично тому, как в свое время кибернетика рассматривалась в качестве «универсальной теории управления».

Согласно основным положениям синергетики «структура системы» определяется как её состояние, возникающее в результате многовариантного и неоднозначного поведения многих элементарных структур в многофакторных средах, которые в силу разных причин не деградируют к усреднению термодинамического типа. Напротив, такие системы развиваются вследствие своей открытости, притока энергии извне, нелинейности внутренних процессов, а также формирования особых режимов с обострением, которые и приводят к появлению нескольких устойчивых состояний. В таких системах не выполняется ни второе начало термодинамики, ни теорема Пригожина о минимуме производства энтропии системой. В результате сказанного выше появляется возможность образования новых, более сложных структур, чем исходные. Этот феномен трактуется синергетикой как универсальный механизм эволюции систем от элементарного и примитивного к более сложному и совершенному. В ряде случаев образование новых структур идет по регулярному, волновому механизму. Такие процессы называются автоволновыми (автоколебательными) [6].

Современное определение «синергетики» дал Герман Бакен в 1977 г. При этом область исследований синергетики сколь либо четко не определена и по сей день, а её интересы, по-видимому, распространяются на все области естествознания, где только рассматривается динамика необратимых процессов и возникает принципиально новое. Математический аппарат синергетики включает разделы теоретической физики, нелинейной равновесной термодинамики, теории катастроф, теории групп, тензорного анализа, дифференциальной топологии, неравновесной статистической физики. Есть основания считать, что Германом Бакеном с группой ученых с 1960 г. формировалась и методология этой синтетической науки – синергетики, которая в наше время уже охватывает области наук от теоретической физики и лазерной техники до проблем биофизики и искусственного интеллекта.

Далее следует отметить Брюссельскую школу Ильи Пригожина, в которой формировались первые теоремы (1947 г.), а далее разрабатывалась теория поведения диссипативных структур и раскрывались мировоззренческие основы теории самоорганизации и универсального эволюционизма. Кстати, школа Пригожина «синергетику» называет «методологией теории диссипативных структур» или «неравновесной термодинамикой».

Концептуальный вклад в развитие синергетики внесли также Н. Н. Моисеев, А. А. Самарский, С. П. Кордюмов, М. В. Волькенштейн, Д. С. Чернавский, А. П. Руденко и др.

Прикладные положения синергетики нашли свое дальнейшее развитие и в «теории динамического хаоса» (исследования сверхсложной упорядоченности – турбулентности); «теории детерминированного хаоса» (исследования хаотических явлений, возникающих в детерминированных процессах при отсутствии случайных шумов); теории фракталов (изучение сложных самоподобных структур, возникающих в результате самоорганизации); теории катастроф (изучается поведение самоорганизующихся систем в терминах бифуркации) [7, 8].

Ниже конспективно перечислим лишь те основные принципы, которые обычно используются при синергетическом подходе решения проблем естествознания, в частности, при изучении открытых, нелинейных (биологических) систем.

1. Авторы исходят из того, что природа иерархически структурирована и представлена многочисленными открытыми нелинейными системами разного уровня организации (от динамически стабильных и адаптивных; до наиболее сложных эволюционирующих систем).

2. Связь между этими уровнями организации осуществляется через хаотическое неравновесное состояние систем соседствующих уровней. В этом случае, как следует из общих положений синергетики (см. выше), неравновесность является необходимым условием появления новой организации, нового порядка и новых систем.

3. В том случае, когда нелинейные динамические системы объединяются в единое целое, то новое образование не равно простой (аддитивной) сумме его частей, а напротив, в этом случае образуется система другого более высокого уровня организации и, таким образом, формируется то общее для всех эволюционирующих систем, которое характеризуется наличием неравновесности и открытости, содействующих спонтанному образованию новых макроскопических (локальных) образований и изменений на макроскопическом системном уровне. Это, в свою очередь, приводит к возникновению новых свойств систем (самоорганизация), сопровождающихся фиксацией (закреплением) новых, приобретенных ее качеств.

4. При переходе от неупорядоченного состояния к состоянию более высокого (более сложного) порядка все развивающиеся системы ведут себя аналогично. Поэтому для формального описания всего многообразия их эволюции пригоден обобщенный математический аппарат синергетики.

5. Развивающиеся (эволюционирующие) системы всегда открыты и обмениваются с внешней средой как веществом, так и энергией, за счет чего и идут процессы локальной упорядоченности и самоорганизации.

6. В сильно неравновесных состояниях системы чрезвычайно чувствительны к воздействиям извне. В равновесном же состоянии, напротив, они слабо восприимчивы к слабым внешним воздействиям. Кроме того, в неравновесных условиях относительная независимость элементов системы уступает место их кооперативному поведению.

7. Вблизи равновесия каждый элемент системы взаимодействует лишь с ближайшим окружением, вдали от равновесия – чувствителен ко всем другим элементам системы, и согласованность их поведения возрастает (кооперативный эффект).

8. Вдали от равновесия действуют бифуркационные механизмы. В точках раздвоения траекторий формируются механизмы перехода в новые (относительно устойчивые и долгоживущие) состояния – к аттрактору. Невозможно заранее предсказать, какой аттрактор системы сформируется в точках бифуркации.

9. Уже неоднократно отмечалось, что самоорганизующиеся системы являются системами открытыми. Закрытые же системы непременно придут в состояние равновесия, характеризующееся максимальной энтропией, отсутствием всякой эволюции, и, следовательно, они не способны к какой-либо самоорганизации.

Поэтому ниже предельно кратко перечислим лишь те условия и их сочетания, без которых невозможна самоорганизация особенно сложных (и, прежде всего, биологических) систем.

10. Открытая система для этого должна быть достаточно удалена от точки термодинамического равновесия. Базой ее самоорганизации служат новый порядок и последующее усложнение его в результате флуктуаций. При этом в динамически стабильных и адаптивных (см. выше) системах флуктуации подавляются за счет отрицательных обратных связей.

11. В организованных открытых системах благодаря притоку энергии извне и усилению в результате этого неравновесности формируется эффект коллективного поведения элементов, «расшатывается» прежний порядок, и через хаотические состояния (бифуркации) рушатся прежние структуры, и возникает новый порядок.

12. Флуктуации имеют случайный характер, поэтому появления новаций (через эволюцию и катастрофы) является результатом действия суммы случайных факторов.

13. Самоорганизация через этапы хаоса, нового порядка и новых структур может произойти лишь в системах достаточно высокого для этого уровня сложности, обладающих достаточно большим для этого количеством взаимодействующих (между собой) элементов,

имеющих некоторые критические параметры связи, достаточно высокие вероятности флуктуаций, а эффекты синергетического взаимодействия элементов таких систем должны быть достаточными для формирования их коллективного поведения и, тем самым, для возникновения самоорганизации.

14. Недостаточно сложные системы, напротив, не способны к такому развитию, а при получении извне чрезмерного количества энергии теряют свою структуру и необратимо разрушаются.

15. Таким образом, этап самоорганизации в открытых системах наступает только в случае преобладания положительных обратных связей над отрицательными обратными связями.

16. Динамически стабильные, не эволюционирующие, но адаптивные системы (обеспечивающие гомеостаз в системах живых, или автоматические регулирующие устройства) функционируют на основе обратных сигналов от рецепторов или датчиков, сообщающих исполнительным механизмам о положении системы, а также необходимой их корректировке.

17. В самоорганизующихся и эволюционирующих системах, напротив, возникающие изменения не только не устраняются, а накапливаются и усиливаются в результате нарастания общей и положительной реактивности системы. Это и приводит к появлению нового порядка и новых структур из элементов прежней разрушенной системы. Если это касается вещества (в том числе и вещества живого), то именно по этой схеме и формируется механизм его (вещества) фазовых переходов.

18. Таким образом, самоорганизация сложных открытых диссипативных систем, к которым относятся живые системы, в том числе и системы, обладающие разумом (а согласно общей теории относительности и вся Вселенная в целом), движется в направлении прогрессивной эволюции путем необратимого разрушения старых структур и функций.

Нанотехнологии медицинского назначения.

Важнейшим прикладным свойством наносостояний вещества является принципиальная возможность конвергенции неорганического, органического и биологического мира и создания, таким образом, невиданных ранее в природе новых веществ, структур и объектов.

В некоторых последних прогнозах считается, что нанотехнологии позволят создать практически любые изделия. При этом особенно яркие победы нас ожидают при профессиональном вторжении в область биологии, биофизики и биотехнологии. Поэтому в обзорах на эту тему нанотехнологии медицинского назначения обычно выделяют красной строкой.

Это обусловлено тем, что молекулярные строительные блоки жизни – протеины, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и их гибриды являются классическими примерами материалов, обладающих уникальными свойствами в наноразмерном состоянии. Поэтому расширение наших возможностей модификации их строения и свойств предполагает переворот в медицине. Так считается, что в диагностике и терапии это позволит создать новые лекарственные препараты и обеспечить новые пути их доставки. Ожидается, например, возможность использования плохо растворимых веществ в качестве пролонгирующих лекарств, создания методов направленного фракционирования болезнетворных вирусов и нахождения путей их быстрого разрушения, создания принципиально новых биоимплантов с *apriori* заданными свойствами и сенсорных систем, обнаруживающих возникновение заболеваний в организме, а также многого другого, не менее чудесного.

Список литературы

1. Мокий В. С. Методология трансдисциплинарности / В. С. Мокий. – Нальчик: Институт трансдисциплинарных технологий, 2011. – 59 с.

2. Гребенщикова Е. Г. Трансдисциплінарна парадигма: наука – інновації – суспільство / Е. Г. Гребенщикова. – М.: «Либроком», 2011. – 192 с.
3. Князева Е. Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М.: Наука, 1994. – 236 с.
4. Раков Э. Г. Нанотрубки и фуллерены: учеб. пособие / Э. Г. Раков. – М.: Физматкнига, 2006. – 374 с.
5. Пригожин И. Время, хаос, квант: к решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1994. – 263 с.
6. Васильев В. А. Автоволновые процессы / В. А. Васильев, Ю. М. Романовский, В. Г. Яхно. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
7. Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды / Г. Г. Малинецкий, А. Б. Потапов, А. В. Подлазов. – М.: Ком. Книга, 2006. – 280 с.
8. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии / Г. Хакен. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.

Білобров В. М., Богдан Н. М., Хомутова К. В., Гладій В. Л., Федченко Ю. А. Єдина «еволюційна» теорія трансдисциплінарності. Сучасний стан. – Розглянуто особливості трансдисциплінарності з позиції сучасних уявлень рішення проблем науки XXI століття. Показано, що сучасні переконання про еволюцію, як про Вселенський процес розвитку Світу, що оточує нас, почали формуватися завдяки створенню нерівноважної термодинаміки.

Ключові слова: трансдисциплінарність, термодинаміка, еволюція, нанометрична шкала.

Bilobrov V. M., Bogdan N. M., Khomutova K. V., Gladiy V. L., Fedchenko Yu. A. Single «evolutional» theory of interdisciplinary. Modern state. – The features of interdisciplinary are considered from position of modern presentations of decision of XXI century science problems. It is shown that modern views on evolution as the Universal process of development of the World surround us began to be formed due to creation of non-equilibrium thermodynamics.

Key words: interdisciplinary, thermodynamics, evolution, nanometrical scale.