**Министерство образования Российской Федерации**

**Пензенский Государственный Университет**

**Медицинский Институт**

**Кафедра Хирургии**

**Реферат**

на тему:

**"Экстремальные состояния организма и термодинамика диссипативных систем"**

**Пенза 2008**

# **План**

1. Исторические сведения
2. Некоторые сведения о термодинамике и синергетике нелинейных процессов в диссипативных системах

Литература

**1. Исторические сведения**

Обычно главным источником совершенствования лечебно-диагностических методов служит исследование глубинных механизмов возникновения клинических проявлений различных патологических процессов и ситуаций. Этот путь вполне применим также к экстремальному состоянию, включая его следовое воздействие в ближайшем и отдаленном периодах жизненного цикла. Организм в таком случае рассматривается как единое и неделимое целое, как сложный природный объект, жизнедеятельность которого связана с условиями внешней среды. А само исследование в известном смысле представляет собой своеобразное расчленение, как бы "анатомирование" уже известных клинических фактов и корригирующих мероприятий, адекватных нарушениям, выявленным на различных уровнях структурно-функциональной иерархии организма. При этом лечебное воздействие постоянно отстает от развития патологического процесса, поскольку оно идет вслед за клиническими проявлениями или, если и может носить упреждающий характер, то только в отношении ближайших звеньев патогенеза, имеющих линейную причинно-следственную связь с теми нарушениями, которые уже получили клиническую манифестацию.

Разумеется, перспективы данного направления исследований далеко еще не исчерпаны. Оно продолжает интенсивно развиваться. Однако именно при встрече с экстремальным состоянием организма остро ощущается ограниченность подобного подхода. В то же время результаты интенсивного развития общенаучных направлений естествознания в последние десятилетия показывают, что имеется и иной путь поисков возможностей сохранения жизни и полноценного восстановления физиологического статуса организма у тех, кто перенес экстремальное состояние. Для этого необходимо лишь несколько переступить пределы сложившегося научного мировоззрения, свойственного традиционной медицине, и попытаться "увидеть" организм человека со значительно более абстрактных позиций, допустим, как одну из элементарных структурных единиц биосферы, подчиняющуюся общим законам ее существования. То есть речь идет о стремлении приложить к изучению жизнедеятельности организма человека в экстремальных условиях некоторые фундаментальные законы мира, которые, по цитированному в эпиграфе высказыванию А.Д. Сахарова, гораздо абстрактнее и глубже классических представлений естествознания и вместе с тем доступны для выражения математическим языком. Если принципиально такой подход признать допустимым, то остается лишь избрать область естествознания, из которой следует заимствовать эти общие законы. Изложенные в предыдущих главах клинико-физиологические аспекты проблемы экстремального состояния убеждают, то такой областью должна быть термодинамика.

И. Пригожин определяет термодинамику как "науку о сложностях" и соотносит ее зарождение с 1811 годом, когда барону Жану Батисту Жозефу Фурье была присуждена премия Французской академии наук за математическую теорию распространения тепла. Тогда речь шла лишь об установлении пропорциональности потока тепла градиенту температуры. Становление же термодинамики как науки относится к более позднему периоду XIX столетия, когда в 1847 году Джеймс Прескотт Джоуль установил между теплом, электричеством, магнетизмом, протеканием химических реакций и биологическими процессами некую общность, определяемую тем, что все они носят характер превращений, то есть качественных изменений. Заключив, что качественные превращения должны опираться на сохранение "чего-то" в количественном составе. Джоуль установил для физико-химических трансформаций единый эквивалент, позволяющий определять сохраняющуюся величину посредством измерения механической работы, необходимой для нагревания заданного количества воды на 1°. Вскоре, как известно. Майер, Гельмгольц, затем Клаузиус сформулировали закон сохранения энергии, послуживший основой первого начала термодинамики. А в 1865 году Рудольф Юлиус Клаузиус ввел понятие энтропии, определившей суть второго начала термодинамики.

Первым физиологом, который сопоставил законы термодинамики с биологическими явлениями, был M. Rubner, который использовал язык энергетики для объяснения процесса старения организма.

Особенно бурное развитие получила термодинамика в последние десятилетия XX столетия, что по существу завершило научно-техническую революцию. Если начало этой революции, связанное с открытием расщепления атома, коренным образом изменило представления о материи, то термодинамика столь же радикально изменила представления о свойствах макроскопических структурно-функциональных систем. Она стала развиваться как наука о корреляции изменений этих свойств, которые ранее связывались с самостоятельными физико-химическими параметрами – объемом, давлением, химическим составом, массой и температурой. Целью термодинамики становится не предсказание поведения системы в терминах взаимодействия частиц, а предсказание ответной реакции на изменения, вводимые извне. Именно эта сторона термодинамики привлекает к ней особое внимание при обсуждении проблемы экстремального состояния.

**2. Некоторые сведения о термодинамике и синергетике нелинейных процессов в диссипативных системах**

В математике понятие нелинейности характеризует определенный вид дифференциальных уравнений. Они содержат искомые величины в степенях, превышающих 1, и коэффициенты, зависящие от условий развития процесса, подлежащего описанию с помощью математического языка. В общем плане научного мировоззрения нелинейность понимается как многовариантность, или точнее, как альтернативность. Этим подчеркивается сопряженность нелинейности с жесткостью решения, с идеей выбора пути, после чего процесс становится необратимым.

Нелинейные, необратимые процессы характерны для естественных, природных явлений вообще и имеют особое распространение в сложных биологических системах, определяя принцип их функционирования. Основу нелинейности, необратимости процессов составляет энтропия, та самая категория, которая не просто относится к сфере термодинамики, но и занимает в ней ключевое положение, определяет сущность современных термодинамических подходов, является базисным понятием второго начала термодинамики.

В упрощенной интерпретации энтропия (dS) выражает различие между "полезным" обменом энергии и диссипированной (рассеянной) энергией, теряемой безвозвратно и непроизводительно по отношению к целевому результату процесса. Она выражается формулой:

dS=deS + diS,

где deS – энергия, теряемая во внешнюю среду за счет трения, вязкости и других форм рассеивания (е – exchange), a diS – энергия, затрачиваемая на полезную работу в пределах (внутри) целенаправленного процесса (i – inside).

Отсюда роль энтропии в определении необратимости нелинейного процесса: он не может быть обратимым, поскольку какая-то часть энергии безвозвратно утрачена. Именно поэтому понятие энтропии сохраняет ключевое значение во всех работах И. Пригожина и других авторов, посвященных разработке теории диссипативных систем.

В широком смысле под диссипативной системой понимается любая (в том числе и механическая) система, полная энергия которой (представленная суммой кинетической и потенциальной энергии) по мере завершения ею работы постепенно убывает, переходя в неупорядоченные формы (например, в теплоту), то есть рассеивается. И. Пригожин и его Брюссельская школа ограничивают понятие о диссипативных системах по области применения и вместе с тем значительно расширяют его, по сути. Под диссипативной системой авторы понимают только сложные, открытые, неравновесные системы. По мнению И. Пригожина, интерес исследователей сегодня направлен не на системы, находящиеся в равновесии, а на те, которые взаимодействуют с окружающим миром через поток энтропии".

Эти системы не только неравновесны, но они и неустойчивы, то есть могут переходить из более сбалансированного состояния к менее сбалансированному и наоборот. Смена состояний происходит не только под влиянием внешних факторов, но (что особенно важно) здесь проявляется и внутрисистемная саморегуляция. Более того, для деятельности этих систем оказывается характерной периодизация, то есть им свойственна определенная периодичность функциональной осцилляции, также соотносящаяся с саморегуляцией.

Вместе с тем поведению рассматриваемого класса систем свойственна стохастичность, непредсказуемость. Она зависит от того, что развитие каждого из внутрисистемных процессов проходит через критические точки, в которых осуществляется выбор дальнейшего пути через так называемые "бифуркации". Одномоментное сочетание множества бифуркаций в развитии внутренних процессов приводит систему в целом к "флуктуациям", от исхода которых зависит направленность дальнейшей ее динамики с нередко приобретающим для системы судьбоносным значением. Она становится особенно уязвимой по отношению к любым, даже минимальным, внешним воздействиям, эффект которых может оказаться непредсказуемым. Отсюда представление о стохастичности поведения диссипативных систем.

В период флуктуации система находится в особо неустойчивом, разбалансированном состоянии. Роль решающего фактора здесь продолжает играть энтропия. При этом для нее самой постоянно преобладающей тенденцией является тенденция к снижению, приближению к нулевому значению. Снижение энтропии может происходить или в результате возрастания упорядоченности диссипативной системы, когда снижается доля энергии, непроизводительно теряемой во внешнюю среду (deS в представленной выше формуле), или же, напротив, в случае снижения упорядоченности системы, вплоть до ее гибели с переходом к абсолютному физическому хаосу. В этом случае постепенно снижается энергия, затрачиваемая на конструктивные внутрисистемные процессы (diS). Условной моделью абсолютного физического хаоса может служить броуновское движение молекул, то есть беспорядочное и бесцельное движение элементарных частиц, не связанное ни с затратой, ни с производством энергии. Это состояние принципиально отличается от "покоя" системы. Сохранение покоя, то есть устойчивое сохранение внутренней динамической конструкции системы без внешних проявлений ее активности, также требует энергозатрат. В связи с энергозатратами система сохраняет непременное условие своего существования – открытость, связь с внешним миром. И лишь распад, гибель системы, переход ее элементарных инфраструктур в хаотическое состояние разрушает эту связь Однако суть одного из главных положений теории диссипативных систем состоит в том, что даже после перехода в хаотическое состояние элементарные структуры уже бывшей, распавшейся системы подчиняются общим естественным закономерностям, действующим в пределах биосферы. Они попадают в среду внутренних процессов другой, более общей, более глобальной системы и здесь проявляют стремление к самоорганизации на основе своего рода "памяти" об утраченном прошлом состоянии. На молекулярном уровне такая память проявляется во взаимной корреляции макромолекул, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, но вовлекаемых в большие флуктации в пределах более общей системы, выполняющей роль, так сказать, надсистемы по отношению к той, что распалась.

Итак, речь идет о саморегуляции, смысл которой заключается в формировании общего целого из разрозненных частей. Саморегуляция проявляется на разных уровнях организации естественного мира и осуществляется в форме динамического взаимодействия двух начал, присутствующих в любой сложной биологической системе – стремления к порядку и стремления к хаосу. Объединяет эти противоположные начала универсальная функция энтропии, которая неуклонно стремиться к снижению своего количественного выражения. В этом отношении теория диссипативных систем в работах И. Пригожина. представителей его школы и многих других исследователей смыкается с теорией *синергетики,* получившей широкое распространение в последние годы. Синергетика основана на идеях системности, целостности мира, общности закономерностей его развития на всех уровнях организации, на признании нелинейности и необратимости происходящих в нем изменений и взаимосвязи случайности и необходимости, то есть хаоса и порядка. Являясь новым подходом к видению мира, синергетика неожиданно проявляет связь с идеями, имеющими многовековую историю.

От древних учений Индии и Китая синергетика наследует идею всеобъемлющей целостности, общих закономерностей, которым следует мир в целом и человек в нем. Не только философская, но именно научно-мировоззренческая значимость идеи с позиций синергетики воспринимается гораздо полнее и глубже. Показательно в этом отношении недавно опубликованное на русском языке (издательство Санкт-Петербургского государственного университета) исследование Сатпрема, посвященное творчеству Шри Ауробиндо Гхош. основоположника интегральной йоги. Опираясь на многолетнее изучение индуизма. Шри Ауробиндо сформулировал представления, приложение которых к широкоизвестному и утвердившемуся в современной науке принципу единства и борьбы противоположностей придает ему обновленное содержание. Согласно этим представлениям, все объекты Вселенной, от минерала до человека, сохраняются в целостном состоянии, а живые объекты действуют благодаря трем качествам. Одно из них – тамас – привносит инерцию, темноту, торможение, другое – раджас – движение, страсть, а третье – саттва – контролирует противоборство (или противостояние) двух первых, создавая свет, гармонию и целостную многоцветную картину мира. При этом йога понимается как способность сконцентрировать энергию и направить ее на стабилизацию и гармонизацию. Проявление исключительных способностей человеческого тела (то есть организма) Ауробиндо расценивает как использование скрытых, потенциальных возможностей его саттвы, которое может быть достигнуто лишь на основе духовного, нравственного и физического самосовершенствования. Таким образом, речь идет не о двухмерной, а о трехмерной диалектике, в которой, помимо двух противоборствующих начал, присутствует еще и третье – регулирующее. Возникает не очень ясное, в научном отношении достаточно абстрактное, не получившее пока конкретного выражения, понятие об "оптимизаторе".

Когда обсуждаются механизмы регуляции на уровне функциональных систем организма, то сложившиеся представления о нейрогенных и гуморальных регулирующих факторах вполне устраивают. Если же обсуждать элементарные процессы жизнеобеспечения, осуществляемые на ультраструктурном уровне, в живой клетке, то в этом случае возникают серьезные вопросы, связанные с регуляцией онтогенетической жизненной программы в различных условиях существования. Недостаточно ясны, в частности, автономные механизмы, регулирующие чувствительность живой клетки к внешним воздействиям, то есть так называемую "пассивную стратегию ее адаптации". Что касается механизмов, реализующих регуляцию активности клетки, то многое объясняется достаточно хорошо развитыми представлениями о роли концентрации кальция в цитозоле и его участии в создании комплексов с кальмодулином. Правда, и здесь не все, видимо, решается на уровне биохимических механизмов. Имеются данные, например, о влиянии слабого магнитного поля в режиме параметрического резонанса на скорость кальмодулинзависимого фосфорилирования миозина. И объясняется этот феномен изменением пространственного расположения ионов кальция в активном комплексе кальмодулина, то есть уже микрофизическими, а не гистобиологическими процессами. Так же как феномен различия изоферментной активности при идентичности химического состава. И нельзя исключить, что режим, периодичность этих резонансных регулирующих механизмов устанавливается при участии генетически детерминированной базисной программы жизнедеятельности организма. Уже известны сведения о возможности участия резонансных механизмов в феномене распознавания "своего" и "чужого" при иммунных реакциях.

Существование генетически детерминированной программы базисной активности, на которую уже вторично как бы наслаиваются изменения режима функциональной осцилляции, обусловленные адаптивными процессами, подтверждается многими данными, хотя они и не получили пока еще достаточно конкретного научного выражения. Так, автор оригинальной теории функциональных систем П.К. Анохин сознательно отступает от конкретного стиля изложения, когда переходит к представлениям о согласовании внутриклеточных механизмов с характером функционирования. Он ограничивается замечанием, что такое согласование может выполняться лишь сложной адаптивной системой, способной оценивать временную организацию внешних воздействий и обладающей опережающим отражением внешней среды.

На основании исследования адаптивных процессов в живой клетке С.Н. Гринченко и С.Л. Загускин приходят к заключению, что смена пассивной и активной стратегий адаптации в соответствии с временной организацией внешней среды и ритмами энергетики составляет характерную особенность не только клетки, но и вообще всех биосистем. Авторы указывают на наличие в клетках, а, по их мнению, и вообще в биосистемах внутренних источников активности. Для реализации этих источников должна существовать особая подсистема целенаправленной оптимизирующей регуляции. Предлагаемая авторами алгометрическая модель живой клетки содержит наряду с функциональным каналом и связанными с ним энергетическим и трофическим (пластическим) каналами еще и подсистему "оптимизатор". Задача последнего состоит в преобразовании энергии и распределении ее между тремя вегетативными процессами в живой клетке:

– выполнением целевой функции в интересах всего организма;

– энерговоспроизведением (включая и электрогенез);

– пластическим обновлением (трофическими процессами).

Каждый из этих процессов протекает в собственном, детерминированном временном режиме. Причем энерговоспроизведение – на порядок, а трофика – на два порядка инерционнее функционального канала. Согласно представлениям авторов, это имеет глубокий смысл: межклеточное взаимодействие, ответственное за стабильную "жизнь" тканей и, стало быть. за устойчивую адаптацию всего организма, осуществляется в гораздо более замедленном режиме, чем общеорганизменная ответная реакция, обеспечивающая срочную адаптацию к изменениям внешней среды.

Если даже ограничиться только представленными примерами, становится очевидным, что появление синергетики как научного направления произошло не на пустом месте. Ему предшествовали, с одной стороны, философские, мировоззренческие обобщения, основанные на древних учениях и широко используемые в медицине Востока, а с другой стороны – научные факты, полученные при изучении глубинных, ультраструктурных процессов и нуждающиеся в очередном этапном обобщении. В.Д. Беляков специально посвятил свою актовую речь, произнесенную 29 декабря 1981 года в день 183-й годовщины Военно-медицинской академии, обоснованию необходимости таких этапных обобщений. Результатом обобщения многих и разноплановых научных фактов и явилось создание самостоятельного научного направления – синергетики.

Рождение нового объединяющего направления в науке – синергетики – связано с именем известного западногерманского физика-теоретика, профессора Штутгардского университета Германа Хагена. Главная задача синергетики – выяснение законов построения организации, возникновения упорядоченности. По мнению одного из пионеров синергетического направления в теории диссипативных процессов у нас в стране С.П. Курдюмова. в отличие от кибернетики, здесь акцент ставится не на механизмах управления и обмена информацией, а на принципах иерархического построения организации, ее возникновения, развития и самоусложнения.

Сам Г. Хаген определяет синергетику как область науки, которая "занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем самой различной природы, таких, как электроны, атомы, молекулы, клетки, нейроны, механические элементы, фотоны, органы, животные и даже люди", и которая позволяет рассмотреть, "каким образом взаимодействие таких подсистем приводит к возникновению пространственных, временных и пространственно-временных структур в макроскопических масштабах".

Формирование нового научного направления всегда связано с внедрением новых понятий, новых терминов. Формирование синергетики подтверждает это правило. Выше уже упоминались такие понятия, как "система", "самоорганизация", "нелинейность", "бифуркации", "флуктуации", "энтропия", "диссипация", "диссипативные системы" и др. Они полностью вошли в синергетику, составляют непременную принадлежность ее языка, хотя и не являются для нее специфичными. Есть и более специфичные термины, например "аттракторы", "фрактали", "привлекающий хаос". С учетом имеющихся данных литературы, их содержание может быть разъяснено следующим образом.

Аттрактор (от латинского слова "attrachere" – притягивать) – это своеобразный "конус", объединяющий траектории множества слагаемых процессов и приводящий неравновесную систему в состояние относительно устойчивого равновесия. То есть это цель, конечная (в смысле завершения определенной фазы активных преобразований) направленность поведения сложной нелинейной системы в целом или отдельных ее подсистем.

Иными словами, под аттрактором понимается пространственное изображение цели, к которой устремляются несколько направленных функциональных алгоритмов, если каждый из них представить в виде траектории алгоритмической цепи последовательных элементарных процессов. При этом имеется ввиду, что направленность сопряженных процессов определяется общей мотивацией, которая реализуется в некой притягивающей силе.

Иногда представление об аттракторе описывается на примере поведения мячика в воронкообразной яме. Помещенный в любую точку, мячик в силу гравитации неизбежно скатывается на дно ямы. Исходя из такого представления, в работах по теории автоматизированных систем управления аттрактор нередко изображается в виде "потенциальной ямы". При этом как бы иллюстрируется ситуация, когда процесс, начинающийся в любой точке аттрактора, устремляется к самой нижней точке в силу гравитации. Таким образом, подчеркивается значение движущей силы, определяющей общую устремленность функциональных процессов в пределах аттрактора. Тогда углубление "потенциальной ямы" будет способствовать стабилизации аттрактора, поскольку возмущения, обусловленные нелинейностью элементарных функциональных процессов, окажутся недостаточными для "выплескивания из ямы" их сопряженного выражения.

В физиологии и медицине представления о движущих силах функциональных аттракторов оказываются значительно более сложными и неоднозначными. Так, сложный процесс сопряжения функциональных алгоритмов неспецифической реакции срочной адаптации организма к чрезвычайной или критической ситуации осуществляется по принципу доминанты, научное обоснование которой, как уже упоминалось, связано с работами выдающегося отечественного физиолога А.А. Ухтомского, относящимися к началу нынешнего столетия. Этот принцип определяет направленность срочной переориентации термодинамического потенциала организма в целях обеспечения адаптационных процессов. Такая переориентация имеет сложные механизмы реализации, среди которых важная роль принадлежит детерминированным физиологическим реакциям, их конституциональным или типовым модификациям, а также психологическим факторам, формирующим поведенческие реакции в социальной сфере.

Невозможно не подивиться прозорливости, простоте и ясности суждении великого русского врача Н.И. Пирогова, который задолго до формирования современных научных представлений и внедрения понятий синергетики сумел обозначить то, что начинает проявляться в полной мере лишь спустя столетие. В предсмертных записях Н.И. Пирогова, относящихся к 1879–1881 годам и названных им "Вопросы жизни. Дневник старого врача, писанный исключительно для самого себя, но не без тайной мысли, что может быть когда-нибудь прочтет и кто другой", есть свидетельство осознания того, что "с самого начала нашего бытия и до конца жизни все органы приносят к нам и удерживают в нас целую массу ощущений, получая впечатление то извне, то из собственного своего существа. Мы не ощущаем наших органов, но ни один орган не может не приносить от себя ощущений в общий организм, составленный из этих органов. Ни один орган, как часть целого, не может не напоминать беспрестанно о своем присутствии этому целому. И вот эта вереница ощущений извне и изнутри, без сомнения известным образом регулируемых и поэтому скажу лучше – свод, ансамбль ощущений и есть наше Я".

Таким образом, в русской словесности имеется свое, более емкое и, пожалуй, более поэтичное изображение аттрактора – свод, то есть единение, сведение естественного движения любой точки к центру в России этот феномен издавна использовался при строительстве и росписи православных храмов. Внутренняя поверхность их куполов при зрительном восприятии живописи создает особое ощущение высоты и устремленности к вершине купола. В физиологии человека данное обозначение приобретает обособленный смысл. Оно указывает на существование не только детерминированных реакций, но и психогенной, нравственной доминанты при функциональной сопряженности в условиях чрезвычайной ситуации. Следует учитывать, что человек представляет собой не только биологическую систему, но и существо социальное, личность. Именно личностные качества человека определяют устойчивость его поведенческой доминанты, формирующей функциональный аттрактор в экстремальной ситуации. А деформация личности вследствие экстремального потрясения влечет за собой снижение силы поведенческой доминанты и как следствие – нарушение функционального аттрактора.

Представление об аттракторе значительно усложняется, если организм воспринимается как глубоко интегрированная сложная много уровневая иерархическая система. Тогда оказывается, что каждая из функций, реализующих аттрактор на основе доминанты в масштабах целого организма, в свою очередь формируется на основе аттракторов, обеспечивающих эту функцию на молекулярном и клеточном уровнях. Таким образом, создается сложная многоступенчатая система аттракторов, реализующаяся в поведенческих реакциях на уровне целого организма.

Ситуацию, создающуюся в организме в условиях патологического срыва срочной адаптационной реакции, отражает воспринятое из синергетики понятие о "странном" аттракторе. Как уже упоминалось выше, согласно теоретическим положениям, сформулированным И. Пригожиным и И. Стингерс, на различных этапах своего развития сложные неравновесные процессы проходят критические точки, в которых осуществляется выбор дальнейшего пути через так называемые "бифуркации". Отклонение одного или нескольких функциональных процессов от детерминированного алгоритма приводит к тому, что фазовые их траектории не сходятся в единой точке, а как бы блуждают ("странствуют") в ограниченной области фазового пространства. В данном случае определение "странный" означает не столько необычность аттрактора, сколько его нестабильность. Конечные точки каждой из функциональных траекторий вместо того, чтобы сойтись воедино, постоянно беспорядочно смешаются одна относительно другой наподобие броуновского движения молекул газа, что, как известно, соответствует представлению о физическом хаосе. В этом случае взаимодействие функциональных процессов становится случайным и плохо поддается прогнозированию.

Фрактали, фрактальные объекты, фрактальные множества – это объекты, обладающие свойствами самоподобия в пределах сложной системы (или сложной структуры). Малый фрагмент структуры такого объекта подобен по свойствам более крупному фрагменту или структуре в целом. Надо сказать, что идея фрактальности, еще не получив своего терминологического выражения, широко использовалась в медицине для подкрепления принципа "лечения подобного подобным". Эта идея присутствовала и в мировоззренческих позициях медицины древнего Востока, и в представлениях Парацельса о "макрокосме" и "микрокосме". Присутствует она и в современной гомеопатии. Думается, что плодотворный резерв идеи фрактальности для теоретической и практической медицины еще не исчерпан. И стремление к использованию общих естественных закономерностей в теории экстремального состояния организма человека также исходит из идеи фрактальности мира, позволяющей использовать в клинической медицине некоторые общенаучные закономерности.

Такое стремление проявляется не на пустом месте. Использование основных положений и понятий синергетики предоставляет ключ к научному описанию многих природных явлений, в основе которых лежат нелинейные процессы. Одним из подобных явлений, достаточно часто упоминаемым в литературе по синергетике, является фазовая химическая реакция Белоусова-Жаботинского, известная как "химические часы". Феномен реакции состоит в том, что окисление органической кислоты (лимонной или малоновой) в присутствии ионов цезия или железа, которые одновременно выполняют роль и катализатора, и окрашенного индикатора, при определенных условиях включает более 20 элементарных стадий и протекает циклично. При этом гомогенный раствор с большой точностью периодически меняет окраску. Реакция Белоусова-Жаботинского представляет не только наиболее изученный пример химических часов, но обладает и другими свойствами самоорганизации, что позволяет рассматривать ее в качестве прототипа различных диссипативных структур, присутствующих в живых организмах.

В монографии А. Баблоянц, ученицы И. Пригожина, представительницы руководимой им Брюссельской школы исследователей, приводятся убедительные данные о широком распространении саморегуляции и согласованности в биологических системах разной сложности. Так, ритмические явления в живых клетках встречаются на всех уровнях организации с периодичностью от секунд до годов. Практически всем многоклеточным организмам присуща эндогенная ритмичность жизнедеятельности с периодом от 20 до 28 часов. В отсутствие внешних раздражителей эти циркадные базисные ритмы характеризуются устойчивой периодичностью. И даже одноклеточные водоросли проявляют циркадный ритм в своем кислородном балансе. Гликолитические колебания в дрожжевых клетках, связанные с активностью ферментов-биокатализаторов, индукция ферментов в бактериях также подчиняются законам химических часов. Есть основания полагать, что и в структуре многоклеточного организма человека аналогичные процессы протекают ритмично и согласованно на основе самоорганизации.

Синергетические закономерности проявляются и в развитии организма, представляющем собою процесс с ярко выраженной пространственной упорядоченностью. Уже в самом начале эмбрионального цикла развития можно проследить процесс дифференцировки: каждая из двух дочерних клеток, на которые делится материнская клетка, приобретает альтернативный путь развития, проходя через точку бифуркации. А. Баблоянц полагает, что этот путь реализуется посредством избирательного включения или выключения генов, ответственных за синтез специализированных белков. Существующие теории эмбрионального развития, основанные на моделировании клеточной дифференцировки и структурных образований, подводят к выводу о том, что основу развития составляют нелинейные процессы, согласование которых достигается путем самоорганизации.

Обоснование целесообразности использования синергетики в различных областях естествознания подтверждается разработкой математического языка для выражения процессов самоорганизации в многоклеточных структурах. Так, компактные клеточные ансамбли с многократными контактными связями "клетка-клетка" могут исследоваться путем подбора соответствующих переменных для описания временных изменений свойств отдельных частиц и путем установления связи между ними при помощи соответствующих контактных функций. Посредством системы дифференциальных уравнений могут быть найдены численные решения однородных стационарных состояний для сложной биоструктуры. Используя этот общий прием, удалось описать с помощью дифференциальных уравнений с двумя переменными процесс самопроизвольного структурообразования посредством морфогенеза. Тот же прием позволил автору описать процесс саморегуляции периодической осцилляции возбуждения электрической активности мозга у больных эпилепсией во время припадка. Выявленное с помощью электроэнцефалографии сопряженное возбуждение исключительно сложной многоклеточной нейронной сети коры головного мозга с ее многократными межклеточными контактными связями свидетельствует о пространственной и временной упорядоченности этой структуры. Особенно интересно, что более упорядоченный режим функциональной осцилляции (отражающий, видимо, индивидуальную базисную периодизацию активности) проявляется именно в период эпилептического приступа, когда превышено пороговое значение возбудительного импульса. Объяснение состоит в том, что электрическая активность мозга здорового человека, осуществляющего обычную жизнедеятельность, характеризуется фрактальным "странным" аттрактором. Это связано с необходимостью одновременной переработки множества поступающих, приблизительно равных по силе, информационных сигналов. В результате базисный режим осцилляции (если он не усилен искусственно или иным путем, например – эпилептическим приступом) не проявляется на электроэнцефалограмме. Он как бы "затушевывается" постоянной работой по анализу поступающей информации.

Таким образом, использование понятий и языка синергетики для анализа внутренних процессов жизнедеятельности организма человека представляется вполне корректным и целесообразным. Особую важность этот подход приобретает при анализе глубинной природы экстремального состояния, когда предельный, критический характер ситуации обнажает сущность механизмов саморегуляции организма, находящегося на грани гибели.

**Литература**

1. "Неотложная медицинская помощь", под ред. Дж.Э. Тинтиналли, Р. Кроума, Э. Руиза, Перевод с английского д-ра мед. наук В.И. Кандрора, М.В. Неверовой, А.В. Сучкова, А.В. Низового, Ю.Л. Амченкова; под ред. В.Т. Ивашкина, П.Г. Брюсова; Москва "Медицина" 2001
2. Елисеев О.М. Справочник по оказанию скорой и неотложной помощи, "Лейла", СПБ, 1996 год
3. Ерюхин И.А., Шляпников С.А. Экстремальное состояние организма. Элементы теории и практические проблемы на клинической модели тяжелой сочетанной травмы. – СПб.: Эскулап, 1997.