

**ЛИТВИШКОВ Ю.Н.**

**ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
В ПРИРОДЕ**



**ЛИТВИШКОВ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ**

**ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
В ПРИРОДЕ**

**КЁЛЬН – 2022**



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Одной из самых интересных и сложных проблем в философии XX века стало изучение феномена информации. На основе понятия информации, получившего широкое распространение в научном контексте благодаря работам Шеннона в области теории связи и Винера в рамках кибернетики в конце 40-х годов прошлого века, возник обширный спектр новых вопросов, решение которых остается не только актуальным для создания новых информационных технологий, но и в полной мере определяет направление развития многих современных отраслей человеческого знания.

Что касается философского осмысления проблемы информации и рассматриваемой в предлагаемой вниманию монографии **энергоинформационного взаимодействия в природе**, то, едва появившись в конце 40-х гг. XX в., к 70-м гг. того же столетия понятие информации уже имело множество определений и интерпретаций в рамках совершенно различных подходов, направлений и методологических систем. Более того, информация всегда оказывалась связанной с самыми фундаментальными философскими вопросами: с проблемой соотношения бытия и мышления, связи этой проблемы с языком, функционирования живой и даже неживой природы, с проблемами коммуникации в человеческом обществе и кибернетической сфере, с вопросами создания и функционирования искусственного интеллекта, с проблемой виртуальной реальности.

Вопрос о присвоении информации статуса философской категории был поставлен еще в 70-х годах XX века, но, появляясь время от времени в специальной литературе, до сих пор не получил официально признанного решения.

В настоящее время информация оказывается в центре внимания при изучении таких современных проблем, как теория систем, синергетика. В понятии информации видится фундаментальная основа для объединения гуманитарных и естественных наук, и, более того, данная категория может послужить начальной точкой отсчета для нахождения того самого единого основания бытия, над осмыслением которого столько веков бились и бьются философы. Категория информации находит свое логическое и онтологическое обоснование в диаметрально противоположных методологических системах, будь то материализм или идеализм, рационализм или иррационализм, что указывает на всеобщий корневой характер информации. Однако, повсеместное использование этого понятия имеет свое отрицательное значение в том, что отдельное, частное применение сужает полное содержание феномена информации. Но в этом можно увидеть и положительный момент, состоящий в максимальном раскрытии каждой отдельной стороны столь ёмкого понятия, каким является информация.

Предлагаемая читателю работа не претендует на исчерпывающее раскрытие всех затронутых вопросов, связанных с категорией информации в целом, но представляет собой попытку сделать еще один шаг на пути выяснения значимости феномена энергоинформационного взаимодействия в системе существования человека, общества, природы – всех явлений реального мира, что нацеливает на сильное осмысление предельных философских оснований бытия и сознания.

В работе, для раскрытия сущности энергоинформационного взаимодействия в природе делается основной упор на то, что независимо от содержательного уровня генерируемой и воспринимаемой информации, а также отношения источника информации и адресата к одушевленным существам или неодушевленным объектам, сам факт энергоинформационного обмена основан на известных физических явлениях. Этот подход позволяет отнести способы обмена информацией, в зависимости от их природы и свойств передающей среды, к **механическим, акустическим и электромагнитным**.

В книге излагается точка зрения автора на природу, и особенность энергоинформационного взаимодействия, заключающиеся в направленном переносе энергии формируемых индукторами акустических и электромагнитных полей, воспринимаемых перцепиентами в виде резонирующих структурированных волновых процессов. Автором предпринята попытка распространения этого принципа энергоинформационного обмена на материальные системы, различающиеся масштабом и структурной иерархией.

Показано, что характеристика энергоинформационного взаимодействия может быть представлена в виде обобщенного потенциала, зависящего от интегральной интенсивности (плотности) электромагнитного излучения энергоинформационного поля, генерируемого пространственным движением источников информации, и эффективности использования его информационной составляющей, ограниченной верхним пределом количества информации, имеющей конечное количество энергии, содержащейся в заданной ограниченной области пространства.

Книга носит научно-познавательный характер и адресована широкому кругу научных работников и любознательных читателей, проявляющих интерес к источникам альтернативных знаний.

Автор приносит извинения за возможные недостатки и промахи изложения, вызванные трудностью и новизной обсуждаемой темы, и будет благодарен читателям за высказанные критические замечания.

*«Информация есть форма отражения материи.  
Прогресс проистекает из паритета двух начал-  
хаоса и порядка (энтропии и информации)»*

**Оскар Уайльд**

(знаменитый ирландский писатель, поэт)

## **ВВЕДЕНИЕ**

Во второй половине XX века произошли два события, которые, на наш взгляд, в значительной мере определили дальнейшие пути научного постижения мира. Речь идет о создании общей теории информации и о начале исследований механизмов процессов энергоинформационного взаимодействия в природе, для изучения которых привлекаются все новейшие достижения неравновесной термодинамики, синергетики, когнитивных наук и общей теории систем.

Принципиальное отличие современного этапа постижения мироздания от предшествующих этапов заключается в том, что до создания перечисленных выше направлений исследований, наука, руководствуясь положениями **равновесной термодинамики**, способна была объяснить лишь механизмы процессов, приводящих к увеличению хаоса и возрастанию энтропии.

Заслуга же возникшего нового научного направления – **неравновесной термодинамики** в том, что она сумела выявить механизмы **антиэнтропийных процессов**, т.е. процессов, упорядочивающих энергию самоорганизующихся систем, и не противоречащих второму началу термодинамики, поскольку локальное уменьшение энтропии внутри самоорганизующейся системы всегда компенсируется бóльшим по абсолютной величине возрастанием энтропии внешней среды.

Первым понятие **антиэнтропия** (отрицательная энтропия) употребил в 1945 г. известный австрийский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике Эрвин Шредингер, который, анализируя с термодинамических позиций жизнедеятельность органического мира, пришел к выводу, что биологическим системам для своего существования необходимо извлекать из окружающей среды **отрицательную энтропию**, чтобы компенсировать внутреннее производство энтропии, и тем самым тормозить свое движение в сторону термодинамического равновесия [1].

Важнейшим шагом на пути постижения природы и механизмов антиэнтропийных процессов следует введение количественной меры информации. Первоначально эта мера предназначалась лишь для решения сугубо прикладных задач техники связи.

Однако последующие исследования в области физики и биологии позволили выявить универсальные меры, предложенные американским инженером, математиком Клодом Шенноном [2], позволяющие установить взаимосвязь между количеством информации и физической энтропией и в конечном счете

определить сущность новой научной интерпретации понятия «**информация**» как меры структурной упорядоченности самых разнообразных по своей природе систем.

В переносном смысле, можно утверждать, что до введения в науку единой информационной количественной меры, представленный в естественно-научных понятиях мир материи как бы «зиждился на двух китах»: **энергии и веществе**.

Более фундаментальными и устойчивыми, понятия о мироздании сформировались с появлением «Третьего кита», в качестве которого явилась **информация**, участвующая во всех протекающих в материальном мире процессах, начиная от микрочастиц, атомов и молекул и кончая функционированием сложнейших биологических, космических и социальных систем.

Материя, как фундаментальное физическое понятие, может быть охарактеризована различными взаимосвязанными формами её проявления: **вещественной составляющей**, в виде множества дискретных частиц, обладающих массой покоя; взаимодействием этих частиц, (благодаря наличию кинетической энергии их движения); «**безмассовой**» средой – переносчиком этих взаимодействий, т.е. полем, а также структурным порядком вещественной составляющей, возникающим в результате волновых процессов синхронизированного обмена энергией, несущих **информацию** об этом порядке.

Сразу же отметим, что существующая точка зрения о поле как среде не обладающей массой, но способной переносить энергию и импульс взаимодействующей вещественной части материи не отражает его физическую реальность и является абстракцией. Поэтому слово «безмассовое» поставлено нами в кавычки.

Представление о материи как составной субстанции, было описано еще в индийских «Ведах», около шести тысяч назад, и сводилось к взаимодействию трех начал – «Гун»: «Тамас», «Раджас» и «Саттва», что соответствовало понятиям: **материя, вещество; движение, энергия, поле; ясность, мудрость, информация** [3].

Современной же наукой утверждается, что наше мироздание и окружающий нас мир материи во всей его динамике можно описать в следующих категориях: **Вещество, Поле, Энергия, Информация**.

Следовательно, сущность Материи в ее проявлении можно представить следующей обобщенной формулой:

$$\text{Материя} = \text{Вещество} + \text{Поле} + \text{Энергия} + \text{Информация}$$

Так как энергетический обмен и информация о структурном порядке в вещественной составляющей материи распространяются в материальной среде посредством поля совместно и одновременно, то приведенную выше формулу можно следующим образом видоизменить:

$$\text{Материя} = \text{Вещество} + \text{Энергоинформационное поле}$$

Таким образом, материя в своем проявлении представляет собой составную субстанцию, в которой вещество является лишь одной из составляющих. Энергоинформационная же составляющая наделяет материю важнейшими признаками: – структурной упорядоченностью и синхронизацией движения в пространстве ее вещественных структурных элементов, способствующей устойчивости их структурного порядка.

Как вещество, так и поле, обладают определенными физическими параметрами и могут быть качественно и количественно охарактеризованы.

Под полем в физике понимают специфическое непрерывное распределение т.н. «тонкой» материи в пространстве и времени таким образом, что в каждой точке пространства-времени существует определенное числовое значение параметров, характеризующих эту своеобразную материальную сущность.

Например, происходящие в поле волновые процессы описываются длиной волны, фазой, амплитудой и их изменениями во времени и пространстве.

Другая ипостась материи – вещественные частицы характеризуются иным набором параметров: заряд, масса покоя, импульс, время жизни, структурный порядок и т.п.

Несмотря на то, что в веществе содержится практически неисчерпаемое количество элементарных частиц, и объектов более высокой масштабной иерархии, существует лишь четыре вида доказанных современной наукой фундаментальных взаимодействий между ними: **гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное** [4].

Информация же, как атрибут материального мира, по определению, является лишь способом передачи сведений о том или ином ближнем и дальнем порядке, отражающем структуру вещественной части материи [5,6].

Следует, однако, отметить, что так как информация несводима к другим, более простым явлениям и понятиям, то **информационное взаимодействие** и, собственно, **энергоинформационное взаимодействие**, по нашему мнению, можно причислить к **фундаментальным природным взаимодействиям**.

Все материальные объекты, существующие на нашей планете, да и во Вселенной в целом, даже в самый малый отрезок времени энергетического проявления своих структурных элементов, формируют энергетические поля и соответствующие природе этих полей волновые процессы, т.е. – излучения.

На Земле эти излучения формируются геомагнитным полем местности, электромагнитными и магнитными полями предметов, биополем человека и других живых существ, и т.п. В космическом же масштабе это **космическое излучение** – электромагнитное или корпускулярное, по своей природе, имеющее внеземное происхождение, источниками которого являются как отдельные звездно-

планетные системы, так и огромные звездные миры, лежащие от нас на очень больших расстояниях [7].

Причем, их излучения содержат информацию, как о свойствах излучающего объекта, так и о том, что с ним происходит, как изменяются со временем его пространственное положение и характеристики составных структурных элементов.

Закон сохранения энергии гласит, что энергия не возникает из ничего и не исчезает, однако может переходить из одной формы в другую, что, несомненно, приводит не только к количественным, но и качественным преобразованиям энергоинформационного поля, формируемого находящимися под энергетическим воздействием объектами.

Следовательно, вполне возможно, что вся информация о происходящем на планете Земля и окружающем ее космическом пространстве попадает именно в **Глобальное поле памяти Земли** (аналога Ноосферы Вернадского) и сохраняется в нем настолько долго, насколько длительным является существование источника энергоинформационного воздействия.

Таким образом, новое понимание единства мироздания может оформиться с помощью энергоинформационных представлений, основанных на принципе функционального соподчинения материальных систем, каждая из которых распределяется как минимум между двумя уровнями масштабной иерархии.

Согласно этим представлениям мироздание **относительно дискретно и абсолютно континуально**.

Континуальность его выражается в том, что каждый объект, относящийся к какому-либо масштабному уровню мироздания не локален, а бесконечно распространен в пространстве и во времени в сопредельном более высоком масштабном уровне структурной организации материи.

В приведенной модели структурной организации материи также вполне допустимо энергоинформационное взаимодействие между сопредельными масштабными уровнями структурно подобных миров за счет взаимодействия физических полей, генерируемых в пространстве, окружающую обладающую энергетическим потенциалом динамическую систему объектов, соответствующего масштабного уровня. Численный порядок энергетического потенциала объектов должен коррелировать с масштабным уровнем вещественной материи.

В результате для каждого класса объектов или явлений в данном масштабном уровне есть аналогичный класс объектов или явлений в каждом другом космологическом уровне, что приводит к подобию уровней материального мира.

Самоподобные аналоги объектов и явлений имеющих место в различных масштабных уровнях мироздания, имеют совпадающую морфологию, кинематику и динамику. С физической точки зрения рассматриваемые соотношения подобия приводят к симметрии, утверждающей **инвариантность физических законов, действующих на разных масштабных уровнях материи**.



На первый взгляд имеет место парадокс. С одной стороны, современная наука не подвергает сомнению то, что любые живые и неживые объекты продуцируют некое энергетическое излучение, которое можно представить, как незаходящий во времени и пространстве волновой процесс. И в то же время не существует признанной в ученых кругах научной доказательной базы наличия самого информационного поля – как некоего хранилища и распространителя информации.

Тем не менее, нет оснований игнорировать существующие и накопленные за все время человеческой истории необъяснимые, но достоверные факты, подтверждающие способность человеческого разума, независимо от временных и пространственных координат, черпать информацию из этого всеобщего поля и использовать эту информацию в своей техногенной деятельности [8].

Любые материальные системы живой и неживой природы, без исключения, содержат атрибуты–признаки беспорядка (хаоса) и порядка, неопределенности и определенности, неорганизованности и организованности. Безусловно, эти признаки имеют понятийный смысл и формируются благодаря мышлению в соответствующие образы.

В то же время эти признаки формируют соответствующий уровень **энергоинформационного потенциала** материальных систем. Взаимосвязь (взаимовлияние) в системе между веществом (массой), энергией и информацией обусловлена именно разностью энергоинформационных потенциалов, что невозможно объяснить, если не допустить наличие, кроме вещества и энергии, еще дополнительной формы – **энергоинформационного поля** как объективной реальности, существующей во всех уровнях структурной организации и масштабной иерархии материальных систем.

Если энергетическая составляющая энергоинформационного поля в той или иной степени может быть охарактеризована с привлечением известных, описанных в литературе закономерностей волновых процессов [9], то для характеристики его информационной составляющей такая возможность практически отсутствует.

Термин «**информация**» происходит от латинского «**informatio**», что в переводе обозначает **сведение, разъяснение, ознакомление**. Понятие информации рассматривалось ещё античными философами (Фалес, Анаксимандр, Анаксагор, Демокрит и др.) [10].

Несмотря на широкую распространённость, понятие информации остаётся одним из самых дискуссионных в науке, а сам термин может иметь различные значения в разных отраслях человеческой деятельности.

Однако, если, провести даже неглубокий анализ содержания наиболее распространенных сегодня атрибутивной и функциональной концепций в отношении информации, то станет ясным, что обе эти концепции, в конечном счете, опираются на объективное свойство материи, установленное ещё в XIX веке и обозначаемое философской категорией «отражение», частными и специфическими формами которого предполагаются возникновение и распространение информации, ощущение и восприятия ее и осознание [11].

Тем не менее, в обеих концепциях не уделяется достаточного внимания изучению очевидной реальности, проявляющейся в том, что информация в тех формах, в которых она существует сегодня, есть продукт человеческого сознания, которое само является продуктом высшей формы (из известных форм) материи.

Другими словами, сторонники обеих концепций, игнорируя человека, игнорируя природу человеческого сознания, сразу относят информацию (продукт сознания) к свойству материи и тут же называют её «атрибутом материи».

Вследствие этой ошибки обе концепции не могут представить нам строгое определение информации как понятия, поскольку человеческие понятия наполняются содержанием в результате общения человека с объективной реальностью, а не в результате оперирования, пусть и изощренными, внешне убедительными, абстракциями..

Попытки представить информацию в качестве независимой категории также обречены на неудачу. Достаточно принять во внимание, что человеческая практика за последние десятилетия столь быстро изменяла формы и содержание понятий, а также свои представления и отношения к тому, что сегодня принято называть «информацией», что природа, сущность информации и, естественно, содержание этого понятия (если по-прежнему считать его понятием) существенно изменялись со временем [12].

С точки зрения различных областей знания, данное понятие описывается своим специфическим набором признаков.

Существование множества определений информации обусловлено сложностью, специфичностью и многообразием подходов к толкованию сущности этого понятия.

В научной и технической литературе по-прежнему трудно встретить определение столь глобального понятия, как информация. Можно сказать, что информация – это способ существования энергии, хотя и это определение не является полным [13].

Сложности с определением понятия информации, как, впрочем, и энергии возникают по причине отсутствия этих явлений в природе отдельно друг от друга.

Поэтому энергоинформатика оперирует соотношением энергии и информации для анализа всех доступных нам систем, как живых, так и неживых, как органического, так и неорганического происхождения.

Соотношение энергии и информации определяет качественный уровень организации системы, степень ее эволюционного развития.

Однако нашему восприятию доступны лишь часть энергоинформационных взаимодействий, в основном это системы с высоким уровнем энергии. При этом нельзя отрицать существование энергоинформационной материи более тонких порядков, где энергия ниже уровня, доступного нашему восприятию, хотя информативность этих систем высокая.

С этой точки зрения **энергоинформацию**, можно представить, как взаимосвязанные между собой глобальные энергоинформационные системы: **проявленную и непроявленную** [14].

**Непроявленная энергоинформация** является наиболее загадочной из всех глобальных систем энергоинформации. Во многих религиозных и философских системах отвергается сама возможность логического познания этой системы, хотя не исключается возможность реализации подобного трансцендентального опыта.

Для непроявленной энергоинформации характерен самый высокий уровень информативности ( $I \rightarrow \infty$ ) и самый низкий уровень энергичности ( $E \rightarrow 0$ ), при этом длительность процессов ее проявления также минимальная ( $t \rightarrow 0$ ).

Непроявленную энергоинформационную систему можно представить в виде своеобразного глобального банка информации обо всем сущем, своеобразной матрицы, пронизывающей все мыслимое и немислимое пространство и, в том числе, в виде привычной, ощущаемой нами материи.

Низкая энергичность этой глобальной информационной системы, невозможность восприятия и регистрации современными приборами обусловили отсутствие даже представления о природе непроявленной энергоинформации в современной науке, что, впрочем, делает подобные представления об окружающем мире неполными, а саму науку по большей части описательной или прикладной.

Любые материальные проявления оказываются вторичными по отношению к непроявленной энергоинформации, поэтому рассмотрение взаимодействий физических тел и их моделирование без учета первичной информации оказываются заведомо ошибочными. Загадочным остается для нас и сам способ существования и трансляции этого информационного поля в отсутствие его энергетической составляющей. Впрочем, современные ученые уже предложили несколько моделей для описания непроявленной энергоинформации, из которых наибольшего внимания заслуживает **теория торсионных полей Шипова** [15,16] и **квантовая теория струн** [17].

Первая, раскрывающая теоретическую возможность существования полей кручения послужила почвой для различных псевдонаучных спекуляций с использованием термина «торсионный». В интерпретации Шипова и Акимова «торсионные поля», в отличие от признанных наукой физических полей, не обладают энергией, для «них нет понятия распространения волн», но при этом они «переносят информацию», причём, эта информация присутствует «сразу во всех точках пространства-времени».

В связи с тем, что экспериментальные попытки обнаружить торсионные поля не принесли ожидаемых результатов, современной физикой торсионные поля рассматриваются как сугубо гипотетический объект, не вносящий никакого вклада в наблюдаемые физические эффекты.

Что касается квантовой теории струн, которая возникла в начале 1970-х годов в результате осмысления формул Габриэле Винициано, связанных со струнными моделями строения элементарных частиц [18], то середина 1980-х и середина 1990-х годов ознаменовались ее бурным развитием, и ожидалось, что в ближайшее время на основе теории струн будет сформулирована так называемая «единая теория», или «теория всего».

Только Альберт Эйнштейн поисками данной теории безуспешно посвятил десятилетия. Однако, несмотря на математическую строгость и целостность этой теории, пока не найдены варианты экспериментального ее подтверждения.

Возникшая для описания физики элементарных частиц, но не вполне подошедшая для этого, теория оказалась своего рода незавершенным экспериментом.

Развитие теории струн продолжается, и есть надежда, что недостающие элементы струнных теорий и соответствующие феномены будут найдены в ближайшем будущем, в том числе в результате экспериментов на Большом адронном коллайдере [19]

В настоящее время наличествуют три наиболее распространенные концепции информации, каждая из которых по-своему объясняет ее сущность.

**Первая концепция** (концепция выдающегося американского инженера и математика Клода Элвуда Шеннона, основателя теории информации), отражая количественно-информационный подход, **определяет информацию как меру неопределенности (энтропию) события** [20].

Шеннон ввёл понятие информационной энтропии, аналогичное понятию энтропии в термодинамике, которое, по аналогии, является мерой неопределённости при обмене информацией. Он также определил бит, как количество полученной информации (или уменьшенной энтропии), при нахождении ответа на вопрос, в котором возможны только два варианта ответа (например, «да» или «нет»), причём оба – с одинаковой вероятностью (если нет – то количество полученной информации будет меньше одного бита).

Количество информации, в том или ином случае, зависит от вероятности ее получения: чем более вероятным является сообщение, тем меньше информации содержится в нем.

Этот подход, хоть и не учитывает смысловую сторону информации, оказался весьма полезным в технике связи и вычислительной технике и послужил основой для количественного измерения информации и оптимального кодирования сообщений.

Шеннон группировал системы связи в три категории: дискретные, непрерывные и смешанные, причём утверждая, что дискретный случай – основа остальных двух, но имеет большее применение.

Он первым начал рассматривать передаваемые сообщения и шумы в каналах информационной связи с точки зрения статистики, рассматривая как конечные, так и непрерывные множества сообщений. С этой точки зрения, источник сообщений стал рассматриваться как множество всех возможных сообщений, а канал связи – как множество всевозможных шумов.

При таком понимании информация – это снятая неопределенность, т.е. сведения, которые должны снять в той или иной степени существующую у потребителя неопределенность до их получения, и расширить его представления об объекте – источнике информации.

**Вторая концепция** рассматривает информацию как свойство материи.

Ее появление связано с развитием кибернетики и основано на утверждении, что информацию содержат любые сообщения, воспринимаемые человеком, одушевленными, неодушевленными объектами, в частности приборами.

Наиболее ярко и образно эта концепция информации выражена советским математиком, кибернетиком, академиком АН СССР, Виктором Михайловичем Глушковым [21].

Глушков был инициатором и главным идеологом разработки и создания Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации (ОГАС), предназначенной для автоматизированного управления всей экономикой СССР в целом.

Для этого им была разработана система алгоритмических алгебр и теория для управления распределёнными базами данных.

Он писал, что: *"Информацию несут не только испещренные буквами листы книги или человеческая речь, но и солнечный свет, складки горного хребта, шум водопада, шелест травы"*.

То есть, информация как свойство материи создает представление о ее природе и структуре, упорядоченности и разнообразии. Она не может существовать вне материи, а значит, она существовала и будет существовать вечно, ее можно накапливать, хранить и перерабатывать.

**Третья концепция** основана на логико-семантическом подходе, при котором информация трактуется как знание, причем не любое знание, а та его часть, которая используется для ориентировки, для активного действия, для управления и самоуправления. Иными словами, информация – это действующая, полезная часть знаний.

Представитель этой концепции советский социолог-философ, академик АН СССР, Виктор Григорьевич Афанасьев [22], развивая логико-семантический подход, дает следующее определение социальной информации: *"Информация, циркулирующая в обществе, используемая в управлении социальными процессами, является социальной информацией. Она представляет собой знания, сообщения, сведения о социальной форме движения материи и о всех других формах в той мере, в какой она используется обществом..."*

В.Г. Афанасьев стал одним из пионеров в области социальной информатики.

В центр внимания он стремился поставить человека, который является самым главным, основным компонентом любой системы социального порядка, будь то семья или общество, государство в целом.

Человек представлялся единственным субъектом управления в любых управленческих системах - технико-технологических, организационных, социально-политических.

Рассмотренные подходы в определенной мере дополняют друг друга, освещают различные стороны сущности понятия информации и облегчают тем самым систематизацию ее основных свойств.

Обобщив данные подходы, попытаемся дать следующее определение информации: **Информация - это вся совокупность сведений об окружающем нас мире, о всевозможных протекающих в нем процессах, воспринимаемых живыми организмами, объектами органической и неорганической природы, электронными устройствами и какими-либо информационными системами искусственного происхождения, вызывая в этих объектах соответствующие рефлексии.**

Таким образом возникла новая гипотеза о глобальном энергоинформационном поле, где фиксируется все происходящее. Все материальные объекты, существующие на нашей планете даже в самый малый отрезок времени, имеют свои энергетические поля и соответствующие излучения. Причем их излучения содержат информацию как о свойствах излучающего объекта, так и о том, что с ним происходит. Но закон сохранения энергии гласит, что энергия не возникает из ничего и не исчезает, она переходит из одной формы в другую. Следовательно, вполне возможно, что вся информация о происходящем на Земле попадает именно в глобальное поле памяти и сохраняется в нем вечно.

Позволим себе в дальнейшем изложении более подробно остановиться на энергоинформационном функционировании материальных объектов в природе.

## I ГЛАВА

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ФРАКТАЛЬНАЯ ПАРАДИГМА МИРОЗДАНИЯ

До открытия квантовой механики не было различия между вопросом о том, является ли материя бесконечно делимой, и вопросом о том, можно ли вещественную материю разделять на более мелкие части до бесконечности.

В результате греческое слово *átomos* (*ἄτομος*), которое буквально означает «неразрезанный», обычно переводится как «неделимый». В то же время, с позиции современных знаний атом действительно делим, но формально неразрезаем: не существует деления пространства, такого, чтобы его части соответствовали материальным частям атома.

Согласно Стандартной модели физики элементарных частиц, частицы, составляющие атом – т.н. барионы и лептоны - являются точечными частицами, и они не занимают места в пространстве, занимаемом собственно атомом. Тем не менее, атом занимает пространство как не какой-то пространственно протяженный «материал», который можно разрезать на все более мелкие части.

Иными словами, в природе не существует объектов, являющихся половиной, четвертью или десятой частью атома какого-либо химического элемента.

Однако, физическое пространство, занимаемое атомом часто рассматривается как бесконечно делимое, и считается, что любая область занимаемая в пространстве, независимо от ее размера, может быть дополнительно разделена на бесконечное количество составляющих областей. Время, аналогично с пространством, также считается бесконечно делимым.

Идея бесконечности возникла в результате мыслительного противоречия. *Невозможность объяснить конечность мира заставила ввести понятие "бесконечности"*. Само построение слова свидетельствует о том, что оно образовалось по принципу антитезы. Что такое конечность, было понятно. Как же надо было назвать то, что противостоит конечным свойствам? Методом замещающего отрицания того, что уже известно.

Невозможность объяснить конечность мира - причина того, как аргументировал древнегреческий мыслитель Архит Тарентский: «ничто не мешает нам, находясь на краю Космоса, протянуть руку за его пределы» [ 23 ] . Действительно, раз там ничего нет, то ничто не должно мешать протянуть руку. Но если мы протянули туда руку, то там уже что-то есть, следовательно, Космос увеличился на длину протянутой руки. Таким образом, получалось, что пространство Космоса можно постоянно и беспредельно увеличивать. На рис. I.1 представлена такая модель масштабных уровней вещественной материи.



Рис. I.1. Фрагмент модели масштабных уровней вещественной материи.



Эти представления о бесконечности масштабных уровней вещественной материи охватывает новая **Фрактальная парадигма мироздания**, которая также выдвигает на первый план тот факт, что глобальная иерархия природы является весьма стратифицированной в дискретные уровни материи, из которых наиболее выделяющимися являются Атомные, Звездные и Галактические уровни [24].

Однако, надо согласиться с тем, что названная Фрактальная парадигма с трудом охватывается понятийным мышлением. Так, взятая из интернета юмористическая зарисовка в достаточной степени иллюстрирует восприятие фрактальной теории на бытовом уровне (рис. I.2).



Рис. I.2. Шокирующая сознание мысль о бесконечности делимости материи.

В настоящее время понятия «фрактал», «фрактальность», «фрактальная структура» и близкие по смыслу термины прочно вошли в понятийный аппарат не только математики и (как некоторой ее свободной философской интерпретации) синергетики, но и социологии, политологии, антропологии и многих других естественных, социальных наук и транс-дисциплинарных направлений исследования. Фрактальность как концептуальное свойство, характерное для структур самого разного происхождения, концептуальной принадлежности, принципов рассмотрения и методологических установок, особенно ярко проявилась в контексте пост-неклассической научной парадигмы, совершив «вторжение» в социально-гуманитарное пространство.

Важный принцип Фрактальной парадигмы – это то, что космологические уровни являются строго самоподобными, так что для каждого класса объектов или явлений в данном масштабном уровне есть аналогичный класс объектов или явления в любом другом космологическом уровне.

Основные положения фрактальной теории можно сформулировать следующим образом [25]:

1. В теории отсутствуют элементарные частицы материи как таковые. Вещество представляется бесконечно делимым, в противоположность теории атомизма, сводящейся к поиску минимальной единицы материи;
2. Вселенная состоит из бесконечного числа вложенных фрактальных уровней материи с подобными друг другу характеристиками;
3. Каждый уровень материи включает в себя носители с определённым спектром размеров и масс. Материя самоорганизуется в энергетически стабильные состояния;
4. Ход времени и вычислений гораздо быстрее на микроуровне и медленнее на макроуровне;
5. Каждый тип «элементарных» частиц (электроны, нуклоны и т. д.) не является строго одинаковыми по массе и размеру частицами;
6. Вселенная вечна. При этом, носители материи постоянно рождаются и затем трансформируются в носители своего и/или других масштабных уровней; Тем самым, теория выходит за пределы не только атомизма, но и так называемого «Большого взрыва», ограничивающего историю мироздания моментом возникновения Вселенной;
7. Пространство имеет дробную размерность, стремящуюся к 3 (трём). Точное число зависит от строения материи и её распределения в пространстве.
8. Время в данной теории – самостоятельная от пространства координата, и является производным от скорости движения материи;
9. Действие сил гравитации и электромагнетизма может быть объяснено модифицированной теорией Фатио –Лесажа [26]. Предполагается, что электромагнитное поле является гравитационным полем нижележащего масштабного уровня материи;
10. Имеется различие между понятиями «количество материи» и гравитационная масса.

Из рассмотренных положений фрактальной теории следует вывод, что окружающая нас Вселенная – не единственная, нас может окружать бесконечное множество других вселенных. Возможно, также, что наш мир представляет собой лишь бесконечно малую часть **Мультимира** – гипотетического бесчисленного множества всех возможных параллельных вселенных и миров.

Коль скоро во Фрактальной теории Мировой материи обозначено ее структурное подобие, то естественно предположить, что и проявления структурно подобных объектов **микромира** и **мегамира**, должны подчиняться одним и тем же

законам. Положения же, выдвинутые официальной наукой, согласно которым описание явлений, происходящих в микромире с позиции законов классической физики, действующих в макромире, невозможно, по-видимому, являются **спорными**, в силу чрезвычайно высокой скорости протекания этих процессов и отсутствия на сегодняшний день инструментария, способного их идентифицировать и визуализировать.

Действительно, если принять во внимание, что процессы, протекающие в мега-мире, мире квазаров и сверхскоплений галактик имеющих пространственное измерение порядка  $6,0 \cdot 10^{40} - 3,7 \cdot 10^{36}$  м и характеризуются частотой  $2,5 \cdot 10^{-60} - 5,3 \cdot 10^{-54}$  Гц, а процессы, имеющие место в микромире – атомов и молекул, имеющих линейные размеры порядка  $1,3 \cdot 10^{-12} - 9,9 \cdot 10^{-15}$  м протекают с частотой  $2,6 \cdot 10^{19} - 3,8 \cdot 10^{22}$  Гц, то становится понятной несостоятельность попыток измерения этих миров «общим аршином».

В связи с этим, в настоящее время возник новый оригинальный философский подход к познанию мира, основанный на принципе подобия морфологии применительно к таким далеким друг от друга, системам, как атомы и звездные системы [27].

Для определения геометрического коэффициента подобия между атомными и звездными системами используются три вида отношений:

1. Между характерными удалениями компонентов звездных пар друг от друга и длинами межатомных связей в соответствующих молекулах.
2. Между размером Солнечной системы и размером соответствующего ей атома.
3. Между радиусом Солнца и радиусом ядра соответствующего ему атома.

Так как строение Солнечной системы было изучено задолго до момента открытия атомной структуры, то неудивительно, что одной из первых моделей атома была планетарная модель. Но поскольку считалось, что в атомах и молекулах эффективной действующей силой является электромагнитная, а для звезд такой силой является гравитационная, то **подобию** природы этих систем практически не уделялось должного внимания.

В то же время обращает на себя внимание удивительный факт, что диапазон масс известных ядер от легчайшего водорода до самого тяжелого элемента под номером **112** составляет **277** атомных единиц массы, а диапазон масс от самых легких звезд до самых массивных для **99,99 %** всех звезд дает величину, также близкую к **277?** [28].

Отсюда один шаг до того, чтобы ядрам атомов каждого химического элемента поставить в соответствие определенные звезды, используя один и тот же **коэффициент подобия** по массе ( $\approx 10^{55}$ ).

Так оказывается, что **Солнечная система** ( $m = 1,988 \cdot 10^{30}$  кг) по соотношению масс, с учетом упомянутого коэффициента, подобна атому углерода  $^{12}\text{C}$  ( $m = 1,993 \cdot 10^{-26}$  кг).

Из астрономических наблюдений следует, что до 70 % всех звезд являются двойными или кратными, то есть образуют связанные звездные пары, тройки, четверки и т.д. Поскольку средние расстояния между такими системами звезд намного превышают их собственные размеры, то можно считать, что звездный газ **подобен** весьма разреженному смешанному молекулярному газу.

Анализ зависимости полной энергии звезд главной последовательности от их массы показывает, что выполняется обобщенный закон Эйнштейна, связывающий полную энергию звезды  $E$  (без учета энергии покоя) и ее массу  $M$ :  $E = -MC_x^2$ , где внутренняя характерная скорость частиц звезды  $C_x$  порядка 220 км/с.

Для соответствующих атомов и звезд главной последовательности (ГП) выполняется условие энергетического подобия: отношение энергии покоя ядра атома к энергии связи электронов равно отношению полной энергии звезды  $E$  к гравитационной энергии связи планет.

Наиболее доступным примером для демонстрации энергетического подобия атомарных и звездных структур, по-видимому является сопоставление энергий ионизации атома углерода и энергий связи между Солнцем и планетами.

Отсюда следует, что масштабное измерение отличается от обычных трёхмерных пространственных измерений, и является особой степенью свободы. При изучении носителей материи, олицетворяющих масштабное измерение, выявляется фрактальность космических систем, их **самоподобие**, иерархичность устройства и вложенность малых систем в большие.

Переход от некоторого уровня материи ко всё более низшим уровням обнаруживает глубину пространства-времени – объекты **уменьшаются** по массе и размерам, а скорость локального течения времени с точки зрения внешнего наблюдателя **увеличивается**.

Считается, что с физической точки зрения масштабное измерение не может свестись просто к пространственному пропорциональному изменению формы и объёма тел. Если имеется небольшая деревянная модель многоэтажного здания, то построенное в натуральную величину здание не сможет существовать, так как из-за своего веса оно раздавит нижние этажи.

Причина этого в том, что с увеличением размера масса растёт пропорционально кубу этого размера, то есть гораздо быстрее. Отсюда следует, что подобные друг другу тела на разных масштабных уровнях материи не могут состоять из одного и того же вещества в том же самом состоянии.

Свойства вещества должны быть такими, чтобы на каждом масштабном уровне материи обеспечивать устойчивое существование объектов. Как правило, по мере увеличения размеров объектов при переходе с одного уровня на другой, происходит уменьшение плотности вещества объектов и характерной скорости движения этого вещества. Последнее можно понимать, как **замедление времени** подобных процессов.

Например, чем больше по размерам объекты, тем больше времени занимает у них один оборот вокруг своей оси при вращении, дольше длятся другие типичные процессы.

В соответствии с изменением физических параметров вещества на разных уровнях материи происходит также изменение действующих сил.

Если на уровне планет и звёзд основной силой является привычное для земного наблюдателя гравитационное взаимодействие, формирующее шаровидную форму тел и управляющее их движением вокруг гравитирующих объектов, то на атомном уровне такую же роль может играть гравитация, но превышающая на несколько порядков по своей величине гравитационные силы, характерные для объектов нашей Вселенной.

Однако, если следовать данной логике, то характеристика структурных элементов материальных образований, таких, например, как плотность, деформационная устойчивость и т.п., должна зависеть от принадлежности объектов к той или иной ступени масштабной иерархии.

С нашей же точки зрения, эти представления по меньшей мере противоречат утверждению о единстве фундаментальных законов существования материи, не зависимо от ее масштабности. Иными словами, для каждой ступени бесконечной масштабности материальных образований, действующие силы, обуславливающие их взаимодействия и физические свойства должны быть взаимно инвариантными.

Иерархия космических систем такова, что они группируются в отдельные масштабные уровни, расположенные приблизительно на одинаковом расстоянии друг от друга в логарифмической шкале размеров.

Отсюда вытекает важное определение: когда между различными масштабными уровнями выводятся соотношения подобия, то надо учитывать не только подобие по размерам, но и по массам, скоростям протекания аналогичных по своей природе процессов, а также по другим физическим параметрам.

Благодаря принципу вложенности одних уровней материи в другие, массивные объекты состоят из частиц низших уровней материи. Это приводит к взаимосвязи характеристик объектов и состояний их вещества, а также к симметрии

между свойствами частиц вещества и свойствами включающих их объектов, проявляющейся через масштабные отношения подобия (см. рис. I.1).

С точки зрения геометрии, описывающей лишь пространственные формы, понятие "Масштабное измерение" является некоторой интерпретацией понятия "Четвёртое пространственное измерение" [29] (рис. I.3).

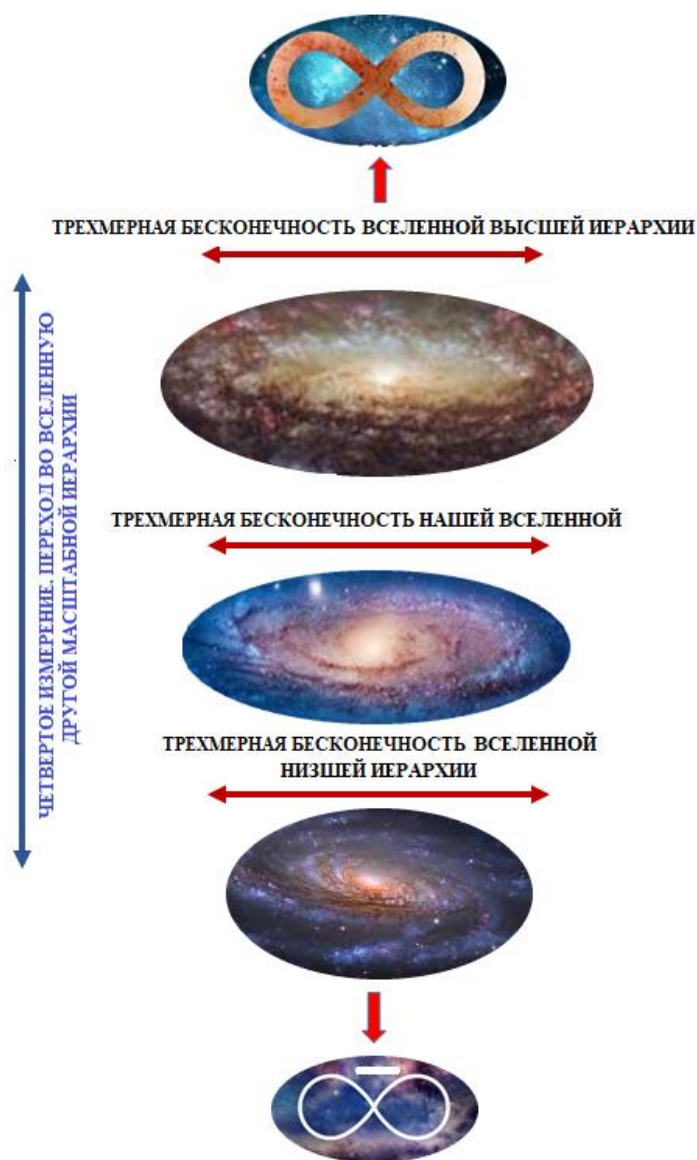


Рис. I.3. Иллюстрация наличия четвертого измерения в геометрии мироздания.

Можно представить себе некоторую четвёртую ось пространства, двигать вдоль неё трёхмерное тело и считать, что четырёхмерное тело есть весь набор форм, которые приняло трёхмерное тело при перемещении вдоль четвёртой оси пространства. Аналогично движение точки (нулевое измерение) даёт линию (одно измерение); движение линии, параллельное самой себе, очерчивает плоскую фигуру (два измерения); движение плоской фигуры в направлении вектора, не лежащего в плоскости фигуры, приводит к объёмному телу.

Еще в представлениях немецкого философа, родоначальника немецкой классической философии, Иммануила Канта – легло признание существования бесконечного количества звёздных систем, которые могут объединяться в системы более высокого порядка. В то же время, каждая звезда со своими планетами и их спутниками образует систему подчинённого порядка [30].

В 70-х годах прошлого века общий концепт самоорганизации начал разделяться на несколько направлений. Для одной ветви исследования главенствующей стала идея разработки и внедрения адаптирующихся самообучающихся структур в контексте взаимодействия элементов. Одной из результирующих моделей подобного подхода является самоорганизующаяся карта финского ученого Т. Кохонена (Self-Organization Map), предложенная им в 1984 году и представляющая собой метод проецирования многомерного пространства в пространство с более низкой размерностью [31].

К другой ветви исследования можно отнести изучение процессов самоорганизации динамических систем вне состояния равновесия.

Это направление исследований, базирующееся на работах Германа Хакена и Ильи Пригожина стало впоследствии одним из определяющих для всего развития теории самоорганизации и синергетики. Ключевым направлением также являлся математический анализ теории хаоса, диссипативных систем и неравновесных состояний [32].

Одним из важнейших открытий этой области науки было введение понятия фрактала и процесса фрактализации французским и американским математиком Бенуа Мандельбротом во второй половине семидесятых годов [33]. Фракталы, представляющие множества, обладающие свойством самоподобия, со временем стали популярным способом представления и изучения самых различных объектов и структур: от береговой линии до бронхов, от децентрализованной сети IP-адресов до образовательной системы.

Еще одной ветвью исследования стал аутопоэзис [Maturana, Varela, 1980] и связанные с ним теории коэволюции и саморазвития одних биологических и социальных систем и структур, приводящие к видовым изменениям у других [34].

В отличие от такого подхода, масштабное измерение обладает дополнительным свойством – геометрические объекты не просто движутся в пространстве для образования четвёртого измерения, но при этом ещё могут менять свой трехмерный масштаб, аналогично может изменяться площадь фигуры и толщина линии.

Как любая ось системы координат в пространстве-времени, масштабная ось отличается от всех других осей своим направлением, и в геометрии этого достаточно. Для физических систем удобно полагать, что направление масштабной оси



показывает в сторону увеличения масштабов, а противоположное направление устремлено в глубь пространства.

Приведенные нами существующие представления о фрактальности космического мира противоречат гипотезе об **однородности Вселенной**. Чтобы спасти ее, космологи перешли к гипотезе о **макро-однородности Вселенной**, полагая, что она (Вселенная) однородна на расстояниях примерно равных или больших 300 млн световых лет.

Более точное определение верхнего порога масштабов расстояний, за которым распределение галактик однородно, потребовало составления трехмерных карт распределения галактик на возможно большую глубину.

Эта работа принесла неожиданные результаты: были открыты гигантские космические структуры в виде громадных групп квазаров (светящихся ядер галактик), имеющих размер около  $4 \times 2,1 \times 1,2$  млрд св. лет, размеры которых вполне сравнимы с радиусом горизонта видимости (13,8 млрд св. лет) [35].

Принимая во внимание рассмотренные выше положения фрактальной гипотезы мироздания, закономерно возникает вопрос: возможно ли обменное энергоинформационное взаимодействие между объектами находящимися на разных масштабных уровнях материи? Ответ на этот вопрос скорее всего положительный, иначе бы мироздание не подчинялось законам структурной аналогии и симметрии.

Более определенным представляется энергоинформационное взаимодействие, охватывающее материальные объекты равноценного масштабного уровня, сколь удаленными в пространстве они не были.

Так как на упомянутое энергоинформационное взаимодействие объектов одного или сопредельных масштабных уровней должен распространяться эффект дальнего действия, то этот эффект, по всей видимости, обусловлен его **электромагнитной природой**. При этом, перенос энергии и распространение информации от энергоинформационных полей, характеризующихся бóльшим значением потенциала к полям с меньшим его значениям, происходят, предположительно, излучением т.е. имеет место волновой характер взаимодействия. Тем не менее, полагается, что при удалении на бесконечность от источника генерации подобного излучения его интенсивность (энергоинформационный потенциал) практически убывает до нуля.

Однако, если принять во внимание эстафетный механизм передачи энергии и информации посредством т.н. переизлучения, то распространение энергоинформационного воздействия в пространстве практически можно считать беспредельным.



## II ГЛАВА

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ, КАК ПОСРЕДНИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДАХ

Энергетическое взаимодействие между телами (обмен энергией) возможно, как путем непосредственного контакта, так и дистанционно. Поэтому в физике всегда стоял вопрос о механизме передачи взаимодействия в пространстве между телами, а стало быть, и о свойствах пространства. Причём вне зависимости от того принималась ли идея дальнего действия или ближнего действия, в любом случае необходимо было объяснить, каким образом передаётся это взаимодействие.

Согласно существующему распространённому представлению об энергетическом обмене между физически и химически взаимодействующими молекулами (атомами) вещества, последние претерпевают **«соударения»** (упругие или неупругие), при которых происходит передача кинетической энергии от молекул (атомов) с большим значением энергетического потенциала к молекулам (атомам) с меньшим его значением.

Энергетическое равновесие участников подобных столкновений наступает путем выравнивания соответствующих значений энергетических потенциалов движения.

Так называемые **«соударения»** также были положены в основу описания механизма теплообмена между источниками нагрева и нагреваемыми физическими телами, приводящего в конечном итоге, при достижении определенной температуры, к перераспределению положения, составляющих тела структурных элементов, т.е. к их химическому превращению.

Следует иметь в виду, что **энергообмен** при взаимодействии атомов и молекул путем **соударения** (без участия среды-посредника) может иметь место только тогда, когда их собственные размеры намного превышают расстояния в точке соприкосновения (контакта).

Примерами такого энергообмена в макромире, к которому может быть применен термин «соударение» (контактное взаимодействие) являются механическое столкновение бильярдных шаров, теплообмен, в виде нагрева воды погружением разогретых металлических шаров и т.п.:

В случае масштабной иерархии материи, относящейся к **микромиру**, расстояния, разделяющие его структурные фрагменты – молекулы и атомы, независимо от агрегатного состояния, превышают, либо сопоставимы с их собственными размерами [36].

Так, размер атома водорода равен  $1,2 \cdot 10^{-10}$  м, а расстояние между атомами водорода в молекуле  $H_2$  составляет  $2,3 \cdot 10^{-10}$  м. Размер одиночного атома углерода равен  $1,4 \cdot 10^{-10}$  м, а длина углерод-углеродной связи и связи атомов в различных функциональных группах органических молекул составляет в среднем от  $1 \cdot 10^{-10}$  м до  $2 \cdot 10^{-10}$  м.

Естественно, что уровень энергии для "соударения" материальных объектов, относящихся к масштабной иерархии **макромира** вполне достижим известными доступными методами механического воздействия, а для объектов **микромира**, может быть, достигнут только в соответствующих ускорителях, когда приобретенная кинетическая энергия разогнанных частиц позволяет достичь их столкновение, что недостижимо в практически осуществляемых условиях протекания физико-химического взаимодействия.

Например, при энергообмене в ходе **химического** взаимодействия молекул и атомов вещества, физические размеры которых меньше или соизмеримы с расстоянием на которое они должны сблизиться для образования химической связи, т.е. до расстояния соизмеримого с их собственными размерами, кинетической энергии взаимодействующих частиц недостаточно, и по этой причине передача энергии столкновением в прямом смысле маловероятна, и, скорее всего, невозможна.

В реальных условиях **химически** взаимодействующие молекулы (атомы) претерпевают сложные по своему характеру передвижения в пространстве, и, в зависимости от числа степеней свободы, могут совершать поступательные, возвратно-поступательные, вращательные движения в определенных сочетаниях.

Взаимовлияние этих видов движения не может происходить **путем соударения**, ибо при **химическом** процессе не достигается тот уровень кинетической энергии, который способен привести разогнавшиеся объекты к физическому (контактному) столкновению.

Напомним, что кинетическая энергия поступательного движения молекул при комнатной температуре близка к 2-4 кДж/моль, а энергия связей, разрывающихся при протекании достаточно большого круга реакции, составляет 200 – 500 кДж/моль.

Но тогда возникает вопрос о механизме обмена энергией при **химическом** взаимодействии, и какая субстанция является тем посредником, способным к переносу кинетической энергии перемещающихся в пространстве атомов (молекул)?

Этот вопрос возвращает нас к распространенной в недалеком прошлом концепции **эфира** – так обозначалась материальная среда, в которой сосредоточены и существуют в непрерывном движении атомы и молекулы вещества, а также объекты более крупной масштабной иерархии [37].

Сейчас концепцию **эфира** подменяют весьма сомнительной концепцией **физического вакуума**, как низшего (основного) энергетического состояния квантованного поля, обладающего нулевыми импульсом, в среде которого, лишенной, по данному определению, материального (вещественного) содержания, могут происходить процессы энергообмена путем излучения (распространения электромагнитных волн) [38].

С нашей точки зрения, континууму, который играет роль среды-посредника при энергетическом обмене между физически и химически взаимодействующими молекулами, более соответствует появившийся недавно в физической литературе термин – **энергоинформационное поле** [39].

Хотя природа энергоинформационных полей окончательно не раскрыта, и многие считают само это название околонучным, тем не менее можно допустить, что энергетический обмен между физически и химически взаимодействующими атомами и молекулами вещества осуществляется путем генерирования в окружающем их **пространстве-континууме** (энергоинформационном поле) **волновых процессов**, т.е. электромагнитного излучения, энергия которого передается по «эстафете» от одних (обладающих бóльшим энергетическим потенциалом) материальных частиц – другим.

В нашем случае термин **энергоинформационное поле** используется только в рамках констатации среды-посредника фигурирующей при энергетическом обмене между объектами вещественной материи, информационная составляющая, которой обеспечивает, благодаря **резонансному эффекту**, определенную адресность обмена энергией.

Чем же тогда термин энергоинформационное поле в данном случае менее приемлем, чем термин физический вакуум?

Как уже было изложено, энергетическая составляющая энергоинформационного поля в достаточной степени может быть охарактеризована с привлечением известных, закономерностей волновых процессов переноса энергии (смотри последующее изложение), то для характеристики информационной составляющей такая возможность практически отсутствует, что создает предпосылки для разработки **новых концепций** информационного обмена в материальных средах.

Несмотря на широкую распространённость, понятие информации остаётся одним из самых дискуссионных в науке, а сам термин может приобретать различные значения и понятия в зависимости от отрасли техногенной и социальной деятельности человека.

Первоначально информация трактовалась как различные сведения, передаваемые и воспринимаемые исключительно человеком, т.е. ассоциировалась с разумной деятельностью человеческой цивилизации, так называемым антропогенным фактором [40].

С середины XX века термин «информация» превратился в общенаучное понятие, включающее как обмен сведениями между людьми, так и человеком, и техническими устройствами, например, компьютерами, а также обмен информационными сигналами в животном и растительном мире, включая передачу тех или иных признаков от клетки к клетке и от организма к организму (генетическая информация).

В генетической программе живых существ записаны присущие им и их потомкам черты, вплоть до наличия крохотного пятнышка на раковинах потомственной генерации моллюсков.

Возникает вопрос: где хранится сама пространственная запись, которая «переводит» химический язык генетического кода в реальную объемную структуру формирующегося тела?

Вероятнее всего, в любой живой клетке хранится программа ее будущего месторасположения, клетка как бы «знает», где ей надо прекратить деление и какую форму принять, чтобы войти в состав того или иного органа. Клетки, строящие организм, не только точно, вовремя, перестают расти, делиться и принимать разную форму, они специализируются или дифференцируются, а порой даже отмирают, чтобы получилась необходимая пространственная структура.

Проводимые в области молекулярной генетики исследования, позволили выяснить пути передачи информации от ДНК к информационной РНК, которая в свою очередь служит матрицей для синтеза необходимых для обеспечения функционирования организма белков из аминокислот.

Сейчас тщательно исследуют влияние генов на обмен веществ в клетке и на их синтез. Но при воплощении пространственной структуры, скажем, цветка, клубня редиски, причудливой раковины и более сложного существа, вряд ли природа довольствуется только совокупностью генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма. Необходимо, также наличие адаптационной способности сформированного организма к условиям его обитания.

У ученых, занимающихся исследованием пространственной дифференциации клеток, появилась концепция так называемого **морфогенетического поля**.

Смысл воззрений на эту тему сводится к тому, что вокруг формирующейся многоклеточной структуры или зародыша будущего организма присутствует особое поле, которое сопоставимо с своеобразной пространственной матрицей на основе которой из клеточной массы структурируются органы и целые организмы.

В 1972 году западногерманский исследователь А.Гирер опубликовал идею о том, что роль генетического аппарата сводится преимущественно к генерации сигналов для замены одного морфогенетического поля другим [41].

Если это так, то вокруг любого существа, как «рубашки», меняются параметры поля, когда организм дорастает до границ очередной «одежды». С этой точки зрения на развитие морфогенетического поля можно смотреть как на цепь скачков в перестройке пространственной информации, содержащейся в поле более высокого структурного порядка – энергоинформационном поле.

Нет никакого резона отрицать, что ядро любой клетки таит в себе всю генетическую программу организма. В ходе дифференцировки в разных органах начинает работать только та часть генетической программы, которая «командует» синтезом белков в этом конкретном органе или даже в отдельной клетке.

Вот энергоинформационное поле, по всей вероятности, и обладает такой специализацией, которая позволяет последовательно, в необходимые промежутки времени, активировать соответствующие информационные «блоки», участвующие в определенной стадии формирования того или иного организма.

Иерархия уровней информации в системе документальных коммуникаций, представляет собой не что иное, как иерархию уровней отражения. При этом, понятие **отражение**, в широком значении, понимается как процесс и результат информационного взаимодействия объектов на макро- и микроуровнях.

Иными словами, информация определяется через понятия **совокупность знаний, содержание сообщений или сведений**, которые являются ничем иным как отдельными фрагментами отраженной реальности.

Наряду с этим подчеркивается связь информации с процессом познания и целенаправленной деятельностью, которые также немислимы без процесса отражения.

На рис. II.1. представлены известные виды информации, которые, за исключением молекулярно-структурной информации о строении вещества, непосредственно воспринимаются человеком в результате контакта с внешней средой, благодаря наличию пяти основных органов чувств.



Рис. II.1. Различные виды и источники информации, воспринимаемые человеком.

Результатом восприятия приведенных видов информации является формирование в сознании определенных образов, событий, явлений и т.п.

Информация же о вещественной и полевой составляющих материи на микро масштабном уровне воспринимается с помощью специально создаваемых человеком технических средств, частично визуализируется, а в основном, формируется в сознании в виде **моделей**.

Распространение имеющего место феномена энергоинформационного обмена на материальные системы различной структурной иерархии требует своеобразной расстановки и соотнесения объектов – источников информации и реципиентов, как по степени сложности генерируемой информации так и уровнем ее восприятия.

На рис. П.2 приведены некоторые иллюстрации **информационного обмена** характеризующегося различным уровнем генерируемой и воспринимаемой информации между одушевленными субъектами.

Видно, что эффективность обмена функционально-смысловой информацией между высокоразвитыми одушевленными организмами, зависит как от содержательного уровня передаваемой информации, так и способности индивида к ее распознаванию и осмысливанию. В результате имеет место **высокий, средний и низкий** уровень информационного обмена.

Обобщая приведенные выше примеры обмена информацией на уровне разумных существ, можно констатировать, что в конечном итоге его эффективность определяется уровнем коммуникативной согласованности источника информации и реципиента.



Рис.П.2.Примеры контактного информационного обмена между высокоразвитыми субъектами, различающиеся уровнем генерируемой и воспринимаемой

При этом сам процесс обмена не может быть сведен к действию одного или небольшого числа факторов, отражающих суть информации, так как число коммуникативных каналов, обеспечивающих ее достоверность, являет собой целую систему интерпретации чувственных данных, основу которой составляют как минимум четыре операции или четыре уровня восприятия: **обнаружение, различение, идентификация и опознание**.

Первые два относятся к перцептивным, последние – к опознавательным действиям [42].

Если же какой-либо из перечисленных уровневых факторов не может быть реализован, то информация об том или ином объекте считается недостаточной, и в пределах отсутствующей.

В данном случае для распознавания объекта подключается высшая иерархия сознательной деятельности – логика и абстрактное мышление [43,44].

Завершая краткое описание процесса информационного обмена между высокоорганизованными материальными системами (организмами), а также восприятия ими информации об окружающей среде обитания, следует еще раз отметить, что материальные объекты со стороны их проявления отражаются в **ощущениях, восприятиях и представлениях**.

С помощью органов чувств организм отражает свойства материальных объектов, происходящие изменения в окружающей среде, регулирует свои реакции на эти изменения. Каждый орган чувств: зрение, слух, осязание, обоняние биологически приспособлен для реагирования на определенные внешние воздействия. Причем уровень восприятия, так и осознанного реагирования высокоразвитых существ на полученную информацию, в виде воздействия окружающих объектов, естественно, зависит от степени совершенства врожденных и приобретенных рецепторных функций индивидов.

На протяжении всего XX века и в настоящее время информация, как источник знаний, приобрела глобальное значение для научно-технического прогресса человечества, но только относительно недавно в науке стали появляться новые концепции, касающиеся ее физической, материальной природы.

В 1989г. при Союзе научных и инженерных обществ России был создан Комитет по проблемам энергоинформационного обмена в природе. Его возглавил директор института клинической и экспериментальной медицины академик АМН СССР Казначеев В.П. Комитет призван заниматься изучением явлений, реальность которых на протяжении многих лет отрицалась некоторыми советскими учеными. Процессы обмена информацией перестали считаться **прерогативой разумных существ**, и стали предметом исследования информационного обменного взаимодействия менее структурно организованных материальных объектов на атомно-молекулярном уровне, включая вещества неорганического происхождения.

Осмысливая проблему с этих позиций, нельзя не прийти к выводу, что мир в целом состоит из двух больших частей – вещественного мира, соединенного в одно целое гравитационным полем, и информационного мира, объединенного информационным полем. Эти две составляющие связаны энергоинформационными взаимодействиями, или лучше сказать, круговоротом, поддерживающим динамическое равновесие мира в целом.

Рассматривая вопрос о первичности информационного посыла для последующей структурной организации вещественной материи, следует признать тот факт, что информация всегда является внешним фактором по отношению к энергии, проявляемой в процессе структуризации, т.е. создании определенного порядка в предметной материи.

С этой точки зрения, информация, являясь наиболее загадочной и интересной областью мироздания, обуславливает реализацию эволюционного развития материального мира. Здесь мы подходим к понятию **непроявленной энергоинформации**, как абсолютно загадочной, не визуализируемой, но все же реально существующей материальной сущности.

Это и есть та самая информационная матрица, в которой развиваются **проявленные** материальные объекты, обладающие тем или иным уровнем энергии.

Все типы энергоинформации, о которых мы говорили, очень сильно между собой взаимосвязаны.

Таким образом, проявленность, т.е. образование плотной, соответствующим образом структурированной физической материи и ее эволюция, которая проходит на разных структурных уровнях, не может происходить без появления в системе внешнего фактора информации. Иными словами, информация обуславливает развитие самой материи.

Рассматривая марксистскую теорию познания, В.И. Ленин приходит к выводу: «...Логично предположить, что вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, – свойством отражения...». Точно так же и информация, правда, в зачаточной форме проявляется в неорганической природе, причем проявляется в том же общем свойстве материи – свойстве отражения [45].

В этой связи возникает **вопрос: действительно ли возможен факт восприятия информации неодушевленными материальными объектами и проявления соответствующего их отклика на воспринятую информацию и фигурируют ли в данном случае те же коммуникационные факторы, что и при информационном обмене между высокоразвитыми одушевленными существами?**

Для ответа на этот вопрос следует обратиться к физической природе средств обмена информацией, физической сущности посылаемых и воспринимаемых информационных сигналов.

Начнем с распространения и восприятия **зрительной информации**.



## II.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

Мы контактируем с окружающим миром с помощью пяти основных органов чувств, получаем из него информацию, воспринимаем ее, обрабатываем и в конечном итоге строим в мозгу конкретные образы этого мира.

Все, что мы видим, слышим, осязаем и воспринимаем как внешний мир и объективная реальность, на самом деле электро-биохимические сигналы и процессы в органах чувств, нервной системе и в конечном итоге нейронах мозга, которые трансформируются в чувства, образы и мысли.

Даже наше понимание этих процессов есть электро-биохимический процесс в нейронах, в результате которого формируются восприятия.

Важно отметить, что на протяжении всей жизни мозг не имеет прямого контакта с исходной материей и внешним миром. Этот контакт осуществляется через специфические структуры, называемые органами чувств (рис. II.3).

Если оборвать поступление сигналов в мозг, например, перерезать нервные пучки от органов чувств, то он окажется беспомощным в отображении внешней реальности. Он просто не будет иметь информации и внешнем мире.

Считается, что **зрение**, связанное с восприятием и трансформацией электромагнитного излучения в соответствующие образы, является наиболее информативным источником сведений о окружающей среде обитания [46].

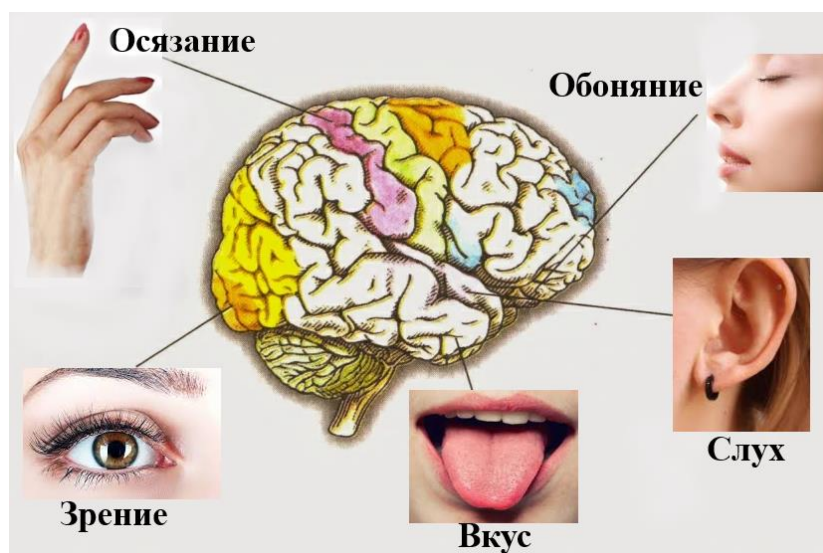


Рис. II.3. Пять основных органов чувств человека и участки мозга, ответственные за чувственные восприятия.

Окружающий мир наполнен электромагнитным излучением различной частоты колебаний и длин волн. Воспринимаемую нашим глазом часть спектра электромагнитного излучения называют видимым светом. В нем различают 7 основных цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый). Радуга на небе после дождя – наилучшая иллюстрация этого явления.

Однако та, воспринимаемая нами, область электромагнитного излучения, которую относят к **видимому свету**, составляет всего лишь около 2% от полного электромагнитного диапазона, определяемого сегодня, в основном, с помощью приборов.

Если в качестве сравнения, взять число клавиш на рояле, то из имеющихся 88 клавиш видимый свет соответствует всего 2-м клавишам.

Считается, что эта видимая часть спектра стала эволюционно преобладающей в нашем зрении благодаря тому, что она самая интенсивная в излучении Солнца, а атмосфера Земли наиболее прозрачна именно для волн этой длины.

Огромная часть спектра **электромагнитных волн**, которая находится вне видимого диапазона, а именно: радиоволны, инфракрасный и ультрафиолетовый свет, рентгеновские и гамма-лучи безусловно ощущается организмом, но эти ощущения находятся за пределом зрительного восприятия информации.

Генерирование и распространение в пространстве электромагнитных волн, как носителей информации, происходит с участием как природных (солнечное излучение и его отражение от окружающих объектов, космические лучи, разряды молнии и т.п.), так и искусственных, созданных человеком.

Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме равна скорости распространения волн видимого света ( $\approx 300000$  км/с.). Полная энергия, переносимая электромагнитными волнами в пространстве остаётся постоянной, а плотность потока энергии убывает с увеличением расстояния от источника.

Интегральная интенсивность волновых процессов, возникающих в энерго-информационном поле ( $I$ ) и распространяющихся в нем в виде волновых пакетов с определенным набором амплитудно-частотных характеристик, может быть представлена в виде отношения электромагнитной энергии волнового пакета ( $\Delta W$ ), проходящего за время  $\Delta t$  через перпендикулярную направлению распространения волн поверхность, к произведению площади этой поверхности  $S$  на время  $\Delta t$ :

$$I = \frac{\Delta W}{S \cdot \Delta t} \quad (\text{II.1})$$

Рассмотрим поверхность площадью  $S$ , через которую электромагнитные волны переносят энергию. На рисунке II.4 изображена такая площадка.

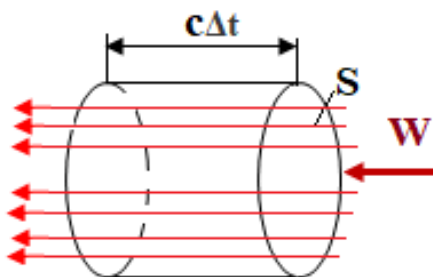


Рис. II.4. Цилиндр с основанием  $S$  и образующей  $= c \cdot \Delta t$ ;  $c$  – скорость распространения электромагнитной волны  $\sim 300000$  км/с.

Выразим  $I$  через плотность электромагнитной энергии  $\omega = \Delta W/V$  (Дж/м<sup>3</sup>) и скорость ее распространения  $c \approx 3 \cdot 10^8$  (м/с). Выберем поверхность площадью  $S$ ,

перпендикулярную направлению излучения ( $\mathbf{W}$ ), и построим на ней как на основании цилиндр с образующей:  $\mathbf{c} \cdot \Delta t$ .

Объем цилиндра можно представить как:  $V = S \cdot \mathbf{c} \cdot \Delta t$ . Тогда энергия электромагнитного поля внутри цилиндра ( $\Delta W$ ) равна произведению плотности энергии ( $\omega$ ) на объем:  $\Delta W = \omega S c \Delta t$ . Вся эта энергия за время  $\Delta t$  пройдет через правое основание цилиндра. Поэтому из формулы (II.1) получаем:

$$I = \frac{\omega S c \Delta t}{S \Delta t} = \omega \cdot c \quad (\text{II.2})$$

Таким образом плотность потока электромагнитного излучения равна произведению **плотности электромагнитной энергии** и **скорости распространения** электромагнитной волны.

Рассмотрим, теперь как интенсивность энергии зависит от расстояния объекта от источника излучения. Поместим точечный источник излучения в центр сферы радиусом  $R$  (рис. II.5).

Площадь поверхности сферы  $S = 4\pi R^2$ . Если считать, что источник по всем направлениям за время  $t$  излучает суммарную энергию  $W$ , то энергия, которую переносят электромагнитные волны, с течением времени, распределяется по все большей и большей поверхности сферы:  $S_1, S_2, S_3$  и т.д., и, следовательно, поверхностная плотность потока электромагнитного излучения (интенсивность) будет убывать обратно пропорционально **квадрату расстояния** от источника излучения до объекта поглощающего это излучение:

$$I = \frac{\Delta W}{S \cdot \Delta t} = \frac{\Delta W}{4\pi \cdot \Delta t} \cdot \frac{1}{R^2} \quad (\text{II.3})$$

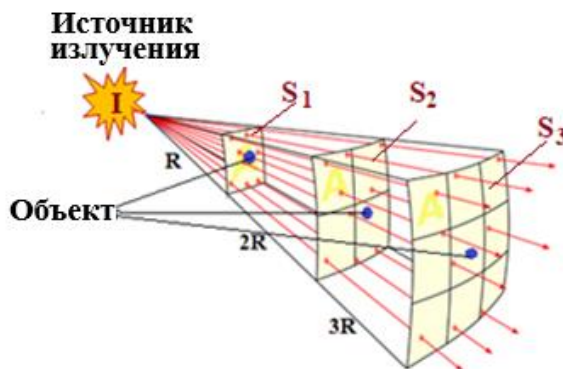


Рис. II.5. Снижение интенсивности излучения с увеличением расстояния объекта от источника излучения.

Из приведенной зависимости (II.3) вытекает, что, интенсивность электромагнитного излучения пропорциональна энергии волны  $I \sim W_{\text{ср}}$ . В то время, как энергия волны пропорциональна квадрату напряжённости электрического поля и квадрату магнитной индукции  $W_{\text{ср}} \sim (E^2 + B^2)$ . В свою очередь напряжённость электрического поля и магнитная индукция пропорциональны ускорению излучающего волну заряда  $a$ , а ускорение пропорционально квадрату частоты колебаний заряда  $a_m \sim v^2$ .

Отсюда следует, что интенсивность электромагнитного излучения пропорциональна **четвёртой степени** его частоты:

$$I \sim W_{\text{ср}} \sim (E^2 + B^2) \sim a^2 \sim \nu^4. \quad (\text{II.4})$$

Помимо снижения плотности излучения (уменьшение амплитуды распространяющихся волн), с увеличением расстояния приемника от источника, может также происходить смещение его частоты [47].

По этой причине эффективность **эстафетного** механизма энергетического обмена между объектами вещественной материи посредством волновых процессов, возникающих в энергоинформационном поле, убывает при распространении в средах с переменным составом и возрастает в однородных по составу конденсированных средах.

При энергетическом обмене вещественной материи посредством энергоинформационного поля возможно также изменение амплитудно-частотных характеристик и нарушение структурного порядка в распространяющихся волновых пакетах, так называемых волновых **цугах**, особенно, если взаимодействия имеют дальний порядок.

Причиной этому могут быть как неоднородность состава материальных объектов, так и наличие градиентов плотности вещества и температуры. Для характеристики интенсивности воздействия волны вводится понятие плотности потока энергии волны.

Плотность потока энергии (или интенсивность) волны – это энергия, (Дж), переносимая волной через единицу перпендикулярно ориентированной поверхности, ( $\text{м}^2$ ), за единицу времени (сек.).

Плотность потока энергии пропорциональна квадрату амплитуды волны:

$$\vec{I} = \vec{e}_0 \cdot \alpha \cdot A_0^2 \quad (\text{II.5})$$

где  $\alpha$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств среды и типа волны; единичный вектор  $\vec{e}_0$  показывает направление распространения энергии волны.

Таким образом, вектор плотности потока энергии показывает направление распространения энергии волны, а его модуль – плотность потока энергии.

В технической литературе этот вектор называется вектором Умова для плотности потока энергии акустических волн и вектором Пойнтинга для электромагнитных волн [48]. Полная энергия, переносимая электромагнитными волнами при этом остаётся постоянной, а плотность потока энергии убывает с увеличением расстояния  $R$  от источника (см. рис. II.5).

Распространение электромагнитных волн в различных по своей природе средах происходит с **фазовой скоростью**, отличающейся от скорости их распространения в вакууме, и в равновесной среде сопровождается поглощением их

энергии, что связано с дополнительным возбуждением колебаний электронов и ионов среды под действием распространяющихся в поле волн.

Приобретенная таким образом колеблющимися частицами среды дополнительная энергия расходуется на излучение вторичных электромагнитных волн той же частоты, но с другими амплитудами и фазами.

В результате сложения параметров вторичных волн с параметрами входящих (первичных) формируется результирующая волна с новой амплитудой и фазой. Сдвиг фаз между первичными и переизлучёнными волнами приводит к изменению **фазовой скорости**, а потери энергии при взаимодействии волн с частицами среды являются причиной поглощения энергии электромагнитных волн.

Результирующая амплитуда волны при этом убывает с расстоянием от источника ( $R$ ) по закону:

$$A = \frac{A_0}{R} \cdot e^{-\frac{\omega x R}{c}}, \quad (\text{II.6})$$

а фаза волны изменяется согласно следующему соотношению:

$$\Psi = \omega \cdot t - \frac{\omega n R}{c} \quad (\text{II.7})$$

где:  $A_0$  – амплитуда первичной волны,  $x$  – показатель поглощения,  $n$  – показатель преломления среды;  $n$  и  $x$  зависят от диэлектрической проницаемости среды, её проводимости и частоты первичной и результирующей волны  $\omega$ ,  $c$  – скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

Следовательно, плотность потока энергии, согласно уравнению (II.3) также убывает с увеличением расстояния от первичного источника излучения.

Поскольку считается, что собственно информация, как не вещественная (безмассовая) категория материи, не может непосредственно воздействовать на вещество и энергию **материальной системы**, то вполне вероятно допустить, что информация, получаемая системой извне, воздействует на нее в виде обладающего соответствующей энергией вновь структурированного волнового потока, который, в свою очередь, имеет непосредственную связь с энергией движения и массой вещественных элементов обозначенной системы.

Поэтому в число известных видов взаимодействия материальных систем между собой, помимо обмена энергией и веществом (массообмен) входит и обмен информацией.

В каждой отдельно взятой материальной системе в ходе обменного взаимодействия может доминировать либо **энергия**, либо **вещество**, либо **информация**, но проявление этой **триады** при взаимодействии обязательно должно быть **совместным и взаимосвязанным**.

Распространение электромагнитных волн в различных средах происходит с фазовой скоростью, отличающейся от скорости распространения в вакууме, и в равновесной среде сопровождается поглощением электромагнитной энергии.

Оба эффекта объясняются возбуждением колебаний электронов и ионов среды под действием электрического поля волны.

Не вдаваясь в подробности технических устройств, генерирующих электромагнитные колебания, в частности, радиоволны, отметим, что все они включают так называемый **колебательный контур** – электронное устройство, содержащее катушку индуктивности, конденсатор и источник электрической энергии [49].

Обозначенный колебательный контур инициирует **механические** остилляционные процессы в прилегающем к контуру пространстве, т.е. **поле**, которые, приобретя определенные амплитудно-частотные характеристики, усиливаются и распространяются в соответствующей среде.

Несмотря на большое многообразие волновых процессов в природе, можно сформулировать следующее определение, справедливое для любых видов возникающих волн, а именно: **волны возникают при возмущении находящейся в динамическом энергетическом равновесии с колеблющимися вещественными элементами среды, в которой эти волны распространяются с конечной скоростью.** Причиной же возникновения электромагнитных волн является колебательное движение частиц, имеющих электрический заряд.

При этом, распространяющиеся в пространстве волны являются переносчиком энергии от генератора волновых процессов до материальных объектов, ее поглощающих. Вещественная же масса от источника волновых процессов в окружающее пространство **не переносится.**

Зрительное восприятие информации представляет собой совокупность процессов построения зрительного образа мира на основе сенсорной информации, получаемой с помощью зрительной системы [50].

На ранних этапах филогенетического развития зрительное восприятие обеспечивает получение информации в основном о пространственном положении и движении объектов. Позднее эта информация дополняется сведениями о форме и структуре объектов.

У высших млекопитающих, в т. ч. и у человека, зрительное восприятие занимает в системе др. перцептивных процессов ведущее место (доминантность зрительного восприятия). Наряду с задачей отражения предметов и их свойств оно участвует в восприятии и регуляции собственных движений наблюдателя.

Современные данные свидетельствуют о том, что зрение дает начало целому ряду качественно различных процессов, связанных с отражением цветовых, пространственных, динамических и фигуративных характеристик, находящихся в зрительном поле объектов [51]. Наиболее элементарным из них, по-видимому, является восприятие цвета. В простейшем случае оно сводится к оценке светлоты (видимой яркости), цветового тона (собственно цвета) и насыщенности (показателя, пропорционального степени отличия цвета от серого равной светлоты) отраженного поверхностью света.

Основные механизмы восприятия цвета врожденные, они локализируются на уровне подкорковых образований мозга.

Известно, что способность человека и животных воспринимать зрительную информацию связана с преобразованием энергии **электромагнитного излучения светового диапазона** (табл. II.1), осуществляемым зрительной системой.

Таблица II.1.

Характеристики электромагнитного излучения светового диапазона

Цвет	Диапазон длин волн, нм	Диапазон частот, ТГц	Диапазон энергии фотонов, эВ
ФИОЛЕТОВЫЙ	380—440	790—680	2,82—3,26
СИНИЙ	440—485	680—620	2,56—2,82
ГОЛУБОЙ	485—500	620—600	2,48—2,56
ЗЕЛЕНЫЙ	500—565	600—530	2,19—2,48
ЖЕЛТЫЙ	565—590	530—510	2,10—2,19
ОРАНЖЕВЫЙ	590—625	510—480	1,98—2,10
КРАСНЫЙ	625—740	480—405	1,68—1,98

При восприятии **зрительной системой** человека и животных электромагнитного излучения приведенных спектральных характеристик происходит возбуждение ее фоторецепторов, передача и преобразование зрительной информации с формированием зрительного образа.

В зависимости от специфики фоторецепторов организмов, имеет место восприятие объектов с различной степенью освещенности, а в цветовой гамме зрительного образа может превалировать, либо отсутствовать тот или иной поддиапазон спектральной характеристики светового излучения. При этом четко различать цветовую гамму светового потока человек способен в области электромагнитного спектра, которая пребывает в промежутке примерно от 400 до 700 нанометров [52].

Преимущественно зрительные образы находящихся в поле зрения объектов формируются в результате восприятия отраженного солнечного света или искусственного освещения. Однако чувствительность глаз человека к волнам различной длины неодинакова.

Наибольшую чувствительность глаза имеют по отношению к волнам, лежащим в середине спектра видимого света (500–600 нм).

Этот диапазон соответствует излучению желто-зеленого цвета. Важной характеристикой глаза является относительная видимость [53]:

$$K_{\lambda} = \frac{S_{\lambda}}{S_{max}} \quad (\text{II.8})$$

где  $S_{max}$  – ощущение, вызываемое источником излучения длиной 550 нм;  $S_{\lambda}$  – ощущение, вызываемое источником той же мощности длиной  $\lambda$ .



Кривая относительной видимости глаза приведена на рисунке П.6. Из рисунка видно, что для обеспечения одинакового зрительного ощущения необходимо, согласно формуле П.8, чтобы мощность синего излучения была в 16,6, а красного в 9,3 раза больше мощности желто-зеленого излучения.

Естественно, что у множества представителей животного мира видимый диапазон длин волн может быть либо расширен, либо сужен, либо частично сдвинут в коротковолновую или длинноволновую область спектра.

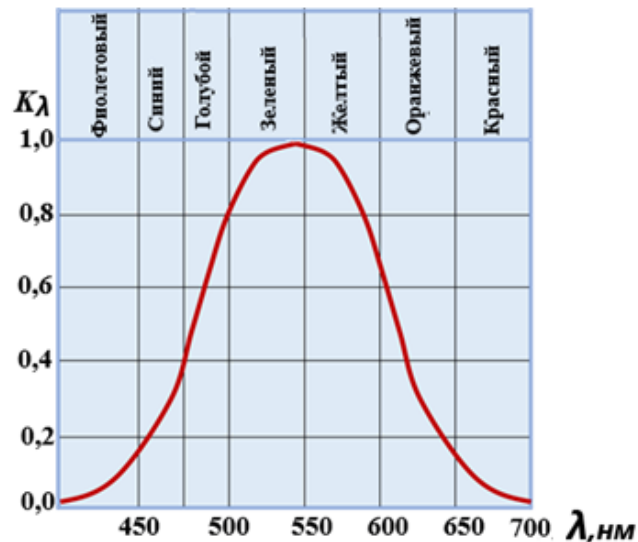


Рис. П.6. Зависимость относительной видимости от длины волны света.

Не у всех животных наличествует полноценное цветное зрение. Собаки, например, видят мир совершенно не так, как люди. Их цветовой мир состоит из блеклых оттенков преобладающего сине-фиолетового, а также жёлто-зелёного. У них отсутствует чувствительность к красному цвету, за счет этого они не могут уловить разницу между желто-зеленым и оранжево-красным цветами. Такая особенность собачьего зрения похожа на дальтонизм у людей. То, что человек воспринимает как сине-зеленое, собака может видеть белым. Зато собаки намного лучше людей различают все оттенки серого цвета [54].

Домашние кошки, например, также не могут полноценно различать цвета, но способны различать до 25 оттенков серого цвета. Это помогает им легко ориентироваться ночью.

Хорошим ночным зрением обладают совы. Чувствительность их зрения к слабому свету превышает человеческую чуть ли не в 100 раз!

Не вдаваясь в известные подробности процесса зрительного восприятия млекопитающими и другими организмами окружающей среды, что не входит в задачу данной работы, отметим единство механизма его информационного влияния на биоценоз, как открытую систему, обеспечивающую внутрисистемные связи, и связь с окружающей абиотической средой (рис. П.7).



Эти связи чрезвычайно разнообразны. Входящие в сообщество виды снабжают друг друга всем необходимым для жизни – пищей, **информацией**, обеспечивающей безопасность существования, укрытиями, условиями для размножения и т.п. Взаимодействие видов обеспечивает эффективное использование ресурсов сообщества, препятствует неконтрольному росту численности тех или иных организмов, т. е. выполняет роль регуляторов, поддерживающих устойчивое функционирование сложных природных систем.

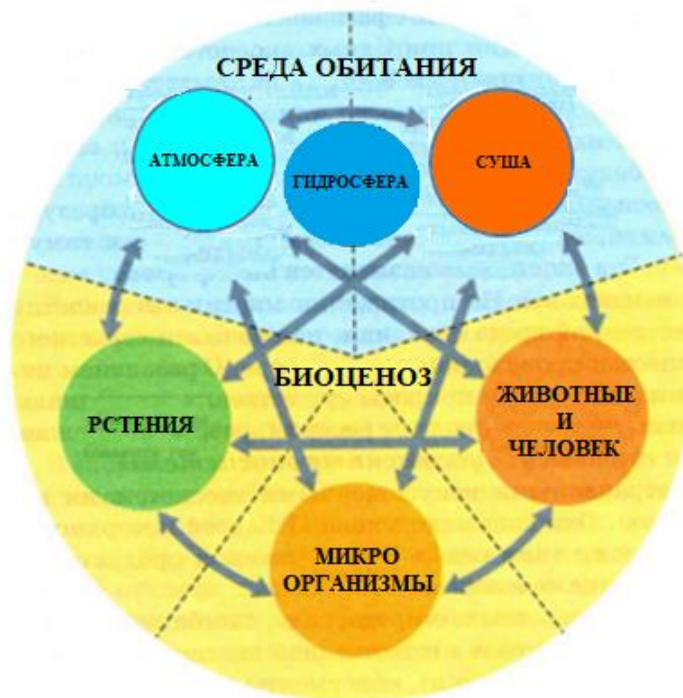


Рис. П.7. Модель биоценоза.

Стрелками обозначены обменные вещественные и информационные взаимодействия.

Как уже упоминалось, в происходящие в среде обитания организмов информационные внутривидовые, межвидовые взаимодействия значительный вклад привносит зрительная информация, возникающая в результате трансформации электромагнитного излучения светового и около светового диапазона в соответствующие зрительные образы.

Воздействующее на организмы электромагнитное излучение, смещенное от светового диапазона в длинноволновую часть спектра, не воспринимается органами зрения и проявляется в области осязательного восприятия в виде ощущения тепла. Это ощущение, при отсутствии органов зрения, позволяет многим беспозвоночным животным ориентироваться в окружающем пространстве.

Весьма своеобразным механизмом восприятия информации о местонахождении обладают перелетные птицы при сезонной миграции. Их способность ежегодно с завидной настойчивостью преодолевать два раза в год десятки тысяч километров и не ошибаться с расположением целевого «аэродрома» вызывает порою изумление [55].

На протяжении десятилетий биологи предполагали, что ориентироваться в пространстве и перемещаться на десятки тысяч километров птицам помогают **органы магниторецепции**, содержащие соединения железа, локализованные в клюве, которые служат пернатым чем-то вроде внутреннего компаса. В новом исследовании орнитологи предположили, что «птичий компас», в виде **фоторецепторов** на самом деле «спрятан» в **глазах пернатых**. В сетчатке их глаза есть рецепторы, через которые запускаются химические реакции. Они преобразуют магнитное поле в зрительные образы [56].

Стало известно, что при воздействии на тело птицы слабым переменным магнитным полем в мегагерцовом диапазоне работа их «компаса» нарушается.

Международная группа исследователей, куда вошёл профессор Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) Никита Чернецов, выяснила, что информация о магнитном местоположении передаётся в мозг птицы по глазничной ветви тройничного нерва [57]. Однако сам рецептор в ходе этой работы не был найден.

Для поиска такого приёмника «магнитной» информации сотрудники СПбГУ вместе с коллегами из Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН и биостанции «Рыбачий» Зоологического института РАН разработали миниатюрный прибор, позволивший установить, что птицы фактически "видят" магнитное поле. Поскольку для ориентации и навигации умение измерять разные параметры магнитного поля с разной точностью (в целом, для навигации требуется значительно бóльшая точность, чем для ориентации), в принципе возможно, что для этого используются разные магнитосенсорные системы.

Считается доказанным наличие у птиц систем магниторецепции, основанных на разных биофизических принципах, локализованных в разных частях тела и имеющих разную иннервацию. Одна магниторецепторная система локализована в сетчатке глаза и основана на фотозависимых бирадикальных химических реакциях на основе белка криптохрома. Информация, получаемая от этих магниторецепторов обрабатывается в специализированной области зрительного гиперталлиума, так называемом кластере N [58].

Вторая магниторецепторная система, вероятно, основана на магнитных свойствах соединений железа (биогенного магнетита), расположена где-то в надклювье (точная локализация и ультраструктура рецепторов неизвестна) и иннервируется глазной ветвью тройничного нерва.

Не исключено, что эта система участвует в репрезентации пространства, обеспечивая или аналог карты, или более примитивные «реперы», основанные на регулярной пространственной вариации геомагнитного поля. Также есть основания полагать, что зрительный магниторецептор обеспечивает восприятие компасной информации, необходимой для ориентации мигрирующих птиц.

В данной модели предполагается, что птицы могут использовать в качестве магниторецепторов светочувствительные молекулы белков-криптохромов. Было установлено, что криптохромы расположены в клетках сетчатки глаза птиц, и что они подвергаются фотоокислению в результате абсорбции фотонов, обладающих определенной энергией.

Так, специалисты из Швеции, Германии и Дании изучали сетчатку глаз зябляков и зебровых амадин и обнаружили в ней белок *Cry4*, который, возможно, помогает птицам «считывать» магнитное поле Земли [59].

Если выводы ученых верны, то перед нами первая молекула, которая отвечает за удивительную способность птиц не сбиваться с пути.

Обнаруженный белок относящийся к классу криптохромов – светочувствительных белков, дает клеткам возможность воспринимать **синий и ультрафиолетовый свет**, а также участвовать в циркадных ритмах. Некоторые из этих белков также реагируют на магнитное поле Земли.

Большинство ученых-орнитологов предполагает, что птицы используют «магнитные компасы» в любое время дня и ночи, поскольку уровень *Cry4* оставался у находившихся под наблюдением пернатых постоянным в течение суток и повышался в сезон миграции. По-видимому, отраженная от земного рельефа длинноволновая область электромагнитного излучения также является информационным источником при миграции перелетных птиц.

Перестала быть загадкой и пространственная ориентация насекомых. Различают **первичную** ориентацию – удерживание типичного, или исходного, положения тела насекомого в пространстве и **вторичную** – нацеливание локомоторной оси организма на определенный стимул, выбор которого определяется внутренней мотивацией целенаправленного действия, например, отыскать пищу, создать среду обитания и т.д.

Первичная ориентация достигается у насекомых различными способами: за счет сохранения контакта конечностей с субстратом, путем удерживания тела под определенным углом к направлению силы тяжести, световых лучей и другими факторами, – т. е. на основе тактильной (прямой физической контакт с каким-либо объектом) и зрительной информации [60].

Вторичная ориентация тела насекомого всегда накладывается на его исходное положение, но она не обязательно сопровождается поступательным движением. Например, заметив движущийся объект, личинка стрекозы-коромысла принимает позу слежения, зрительно фиксируя свою потенциальную добычу [61].

Как и многие другие насекомые, стрекозы могут совершать миграции, во время которых могут преодолевать океаны и высокие горные хребты.

Миграции с севера на юг характерны для Северной Америки; некоторые мигранты перелетали на расстояние до 2800 км с северной на южную части континента [62].

Стрекозы всемирно распространённого рода *бродяжки* используют пассивное распространение, чтобы пересечь Индийский океан, при этом поддерживая местные островные популяции, например, в Тихом океане на острове Пасхи [63].

Адаптивная функция миграции заключается в перемещении отдельных особей и популяций из ухудшающейся со временем среды обитания в более благоприятную на текущий момент [64].

Численность мигрирующих стрекоз порой достигает гигантских количеств.

Например, в 1991 году в Аргентине была отмечена гигантская стая, стрекоз, численностью примерно в 4—6 млрд особей и общей массой около 4 тысяч тонн [65].

Согласно письменным свидетельствам, в XIX веке через Антверпен пролетала большая стая стрекоз. В Северном Казахстане подобная стая стрекоз была оценена в 100 млн особей [66].

Однако подобные массовые миграции отмечаются редко, как правило, перелёты осуществляются разрозненными особями, а не стаями.

Довольно интересная особенность ориентироваться в пространстве проявляется у шмелей и пчел. Оказалось, что этот вид насекомых ориентируются в пространстве не только при помощи зрения и обоняния, но и по электрическим сигналам [67,68].

Так цветы, взаимодействуя с насекомыми-опылителями различными способами: сладкий запах, яркие цвета лепестков, распространение пыльцы, являются своего рода распространителями информации, в виде электрических сигналов.

Группа исследователей из Бристольской школы биологических наук во главе с профессором Дэниелом Робертом сделала удивительное открытие.

Шмели, опыляющие цветы, используют электрические сигналы для определения, какой цветок уже опылили другие насекомые, а на каком им все-таки стоит задержаться [69].

На данный момент о системах координации и ориентации в пространстве у насекомых известно не очень много. Считается, что пчёлы, как и рыбы, используют для ориентации оптомоторную (зрительно-двигательную) реакцию. Это безусловный рефлекс, заключающийся в движении за перемещающимися в поле зрения животного зрительными ориентирами.

Чтобы прояснить этот вопрос, английские исследователи и создали компьютерную модель, показывающую, как именно пчёлы ориентируются в пространстве. В модели рассматривается пчела, пролетающая через коридор с различными синусоидальными решётками на стенах [70].

Учёные смотрели на отклонение от идеального пути (прямой линии) и как оно зависит от узора синусоидальных решёток на стенах. Узор в коридоре постоянно менялся, что дало возможность оценить важность получаемой мозгом пчелы зрительной информации для ориентации в пространстве.

Кроме того, модель доказала, что пчёлы определяют пройденное расстояние путём интеграции данных, получаемых посредством оптомоторной реакции во время движения. Иными словами, мозг пчелы, воспринимая сигналы от перемещающихся зрительных ориентиров, преобразует их в точное пройденное расстояние.

Возможно, именно этот механизм помогает пчёлам рассказывать коллегам в улье о найденных цветах, указывая не только направление, но и расстояние до описываемого места.

Ученых давно интересовал вопрос о способности ориентироваться в пространстве семейств муравьев, имеющих ограниченное зрение и использующих ненадежные и изменчивые природные ориентиры [71].

Наблюдения за сообществами муравьев показали, что муравьи постоянно обмениваются жизненно важной для всего сообщества информацией о найденных источниках пищи. После того как разведчик обнаружил пищу, он должен тем или иным способом сообщить фуражирам данные о ее расположении [72].

Исследователи выделяют несколько основных типов мобилизации на источник пищи. Так, британские ученые обнаружили, что рыжие лесные муравьи (*Formica rufa*) в поисках пищи придерживаются нужного маршрута, поворачиваясь так, чтобы визуальные ориентиры в точности совпали с образами, сохраняемыми в памяти насекомого [73].

Причем муравьи сопоставляют видимое изображение с "сохраненным" в памяти и корректируют направление движения резкими поворотами на заранее "вычисленный" угол [74].

Ученые пришли к выводу, что цепи нейронов, отвечающие за эту стратегию, связаны не только с запоминанием и хранением изображений, но и с точным сопоставлением места ориентира в "сохраненном" изображении и в текущем изображении на сетчатке глаза. Подобная стратегия позволяет муравьям не концентрировать все внимание на следовании определенному маршруту. Они могут отклониться от него и продолжить изучение окружающей обстановки, а затем, быстро повернувшись, снова оказаться на нужном пути.

Муравьи-кочевники ориентируются на местности по магнитному полю Земли с помощью специального органа, находящегося в головном мозге. Этот природный компас представляет собой микроскопический кристаллик железа или магнетита, магнитного минерала. Обнаружили его в 1990 году бразильские ученые-энтомологи [75].

Совершенно удивительным оказалось «умение» муравьев ориентироваться в пространстве и находить место расположения «родных» сооружений – муравейников.

Оказалось, что магнитная восприимчивость муравейников значительно превышает таковую у окружающей муравейник почвы.

Следовательно, в строительной конструкции муравейников должны содержаться магнитные материалы. И такие материалы в куполах муравейников вскоре были обнаружены.

Минералогии, впервые столкнувшиеся при анализе с таким строительным материалом, были весьма удивлены – в тщательно отмытых от органики пробах они установили присутствие сильномагнитных минералов: окислов железа (магнетита и мартита), слабомагнитных: ильменита, гранатов, сульфидов различных металлов и других [76].

Именно их заносят муравьи внутрь своих построек. Они-то, оказывается, и создают повышенную по сравнению с окружающей почвой намагниченность купола муравейников.

Остается неясным главный вопрос: каким образом насекомым удастся распознавать в подземной почве магнитные минералы? И для чего муравьям нужно с большим трудом высвободить из почвы, переносить и упорядоченно укладывать в свои постройки магнитные минералы и обломки пород? И, наконец, каким образом они при этом учитывают ориентировку своего гнезда относительно сторон света?

Ответ на этот вопрос в какой-то мере дали в 1990 году бразильские ученые из Рио-де-Жанейро, исследования которых приведены в журнале «The Journal of Experimental Biology» [77].

Они сообщили, что в результате кропотливых исследований удалось обнаружить магнито-чувствительные элементы – особые клетки на голове и брюшке насекомых, в которых спрятаны крошечные кристаллики магнетита. Благодаря этим частичкам, работающим как миниатюрные стрелки компаса, насекомые обладают сверхчувствительными способностями ориентировки в пространстве, пронизанном магнитным полем Земли.

Очень вероятно, что именно с помощью этих «устройств» они, как настоящие специалисты-геофизики, ведут разведку железорудных минералов. Вот как используют эти удивительные создания явление природного магнетизма в своей жизнедеятельности!

Справедливо будет сказать, что подобные же магнитные «органы» имеются и у многих других животных: у птиц (обратите внимание на описанную выше невероятную способность пернатых в ориентировке в процессе сезонной миграции), у рыб и других бегающих, плавающих, ползающих существ.

Но мало того, что муравьи умеют находить и избирательно извлекать из почвы магнитные частички.

Оказалось, что раскладывают они эти намагниченные «кирпичики» в куполах муравейников не хаотично, не как попало и не равномерно по всей поверхности, а более или менее упорядоченно.

На поверхности куполов образуются определенные узоры, закономерные сетки, ячеистые или спиралевидные структуры. И такие сложные «архитектурные» детали фиксируются исследователями на всю глубину купола муравейника, вплоть до его основания!

Отмечена еще одна любопытная закономерность: содержание магнитных минералов на «крышах» муравьиных домов повышается не только сверху вниз, то есть от вершины к подножию, но и с севера (северо-запада) на юг. Похоже, что магнитная структура муравейника связана с формой поверхности его купола, а также особенностями окружающего ландшафта.

Таким образом, очевидно, что муравьи, как и многие другие беспозвоночные животные, способны ощущать магнитное поле Земли. И не только ощущать, но и оценивать малейшие его изменения и во времени (магнитные бури), и в пространстве (магнитные аномалии и аномальные зоны). Загадка касается не только магнитного поля.

Весьма интересным, и на первый взгляд, непонятным является вопрос: почему некоторым видам муравьев, таким, как (*Solenopus richter* и другим) необходимо яростно бороться с различным электрооборудованием, находящимся вблизи их обитания?

Порой они полностью приводят в негодность светофоры, линии электропередач и т.п. Вполне вероятно, что атакуемое электротехническое оборудование создает электромагнитный фон, который дополняет многочастотное электромагнитное поле Земли, что создает определенные помехи при пространственной ориентации особей.

Чувство, позволяющее воспринимать электромагнитные сигналы окружающей среды (электрорецепция) встречается также у морских обитателей: рыб, медуз, рептилий и используется ими для поиска добычи.

Как известно, электромагнитное излучение является источником энергетического и информационного обмена с окружающей средой, также у мира растений.

Результат этого обмена проявляется в повсеместном наращивании зеленой массы растений, цветении, плодоношении, а также в поведенческой реакции на действие света (подсолнухи).

В настоящее время появляется всё больше данных о реальности биологического и экологического влияния на растительный мир слабых (нетепловых) и даже сверхслабых электромагнитных полей радио-метрового диапазона [78].

Утверждается мнение, что именно электромагнитные поля и электромагнитные излучения являются одним из основных посредников космических влияний на биосферу Земли.

При этом для оценки значимости и определения конкретных путей и механизмов действия электромагнитных полей и электромагнитных излучений весьма

важное значение приобретают экспериментальные исследования действия электромагнитных полей и излучений от искусственных источников близким по своим характеристикам с природными.

Среди всего спектра электромагнитного излучения радиоволнового диапазона наиболее выраженным биологическим действием на растения обладают **микроволны**. Микроволны, наряду с тепловым, характеризуются и «нетепловым», «специфическим» действием, которое наблюдается при низко интенсивном микроволновом излучении и может весьма существенно влиять на некоторые химические превращения веществ [79,80].

Специфическое действие сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения определяется более избирательными и точными биофизическими путями, и механизмами поглощения и релаксации высокочастотной энергии, а именно, энергоинформационным взаимодействием с облучаемой системой.

В настоящее время актуальной проблемой биологической науки является поиск новых технологий для целенаправленного воздействия на животные и растительные организмы. Часто подобные технологии основываются на воздействии физических факторов, например, особый интерес у учёных вызывает специально структурируемое по амплитудно-частотным характеристикам электромагнитное излучение [81].

На сегодняшний день уже хорошо известно о положительном влиянии на урожайность сельскохозяйственных растений предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физических полей. Причем, в литературных источниках отмечается не только повышение урожайности, но и улучшение качества сельхоз продукции, выращенной из обработанного семенного материала [82].

Анализ результатов лабораторных экспериментов показал, что после обработки семян магнитными полями растения формируют более мощную корневую систему, оказывающую положительное влияние на влагообеспеченность растений [83].

Также получены положительные результаты опытов по обработке семян хвойных видов электромагнитными полями с различными частотными характеристиками для интенсификации выращивания лесопосадочного материала.

Такая обработка способствует повышению всхожести семян и росту сеянцев, а это указывает на активацию метаболизма за счет ускорения биохимических реакций [84].

В ряде отечественных и зарубежных публикаций описано использование электростатического поля и поля коронного разряда для улучшения посевных качеств семян и их обеззараживания. Обработка семян ячменя и сои потоком ионов в электростатическом поле улучшала их всхожесть на 10% и увеличивала урожайность на 20%; также было отмечено снижение их зараженности патогенными микроорганизмами до 52% [85].



Аналогичные эксперименты, проведенные на семенах овощных и зеленных культур, показали, что обработка электростатическим полем увеличивает урожайность этих культур [86].

Многочисленными лабораторными экспериментами и натурными испытаниями доказано влияние электромагнитных и энергоинформационных полей на увеличение всхожести семян сельскохозяйственных культур (стимуляция их прорастания) [87-89].

Такая высокая чувствительность растений к физическим факторам связана с тем, что на протяжении всей истории их существования и эволюции физические поля остаются естественными компонентами окружающей среды и являются жизненно необходимым фактором для растений. [90].

В работах В.И. Вернадского указывалось, что космические излучения охватывают всю биосферу, проникают всю ее и все в ней [91].

В конце 19-го начале 20-го веков стало окончательно ясно, что космические факторы в различных частотных диапазонах постоянно оказывают воздействие на биосферу. Впервые масштабную работу по выяснению основных эмпирических закономерностей такого влияния осуществил в начале 20-го века советский учёный, биофизик, один из основоположников космического естествознания и космической экологии Александр Леонидович Чижевский [92].

Он провел анализ данных, полученных разными исследователями, о связи урожайности с солнечной активностью, полученных разными исследователями, и показал, что такая связь существует, однако в разных регионах она проявляется по-разному.

В 30-е годы прошлого столетия он сконструировал аппарат, который предупреждал о всплесках солнечной активности за несколько дней до начала очередной вспышки и магнитной бури. Главной «деталью» этого прибора были бактерии, которые в зависимости от режима солнечного освещения меняли свою окраску. На сегодняшний день существует огромный массив данных, свидетельствующий о связи земных процессов с солнечной активностью, и что природные электромагнитные поля являются экологическим фактором, постоянно влияющим на живые организмы. В настоящее время природные электромагнитные поля рассматривают в качестве главного посредника между активностью солнца и биологическими процессами на земле. Постепенно становится понятным, что в среде обитания на живые организмы действует целый комплекс факторов. Ряд факторов, такие как электромагнитные поля крайне низких частот, проникают в лито - и гидросферу, оказывая воздействие практически на все живые организмы биосферы [93].

Удивительные, и противоречащие общепринятым представлениям о взаимодействии растительного и животного миров, свойства демонстрирует отряд плотоядных растений, который, по праву, можно считать чудом природы. В природе существует более 600 видов растений-хищников. Обычно этот вид растений произрастает во влажном климате – тропических дождевых лесах, заболоченных местностях. Поскольку здесь мало важных для их жизненного цикла веществ, таких как азот, фосфор, соли натрия, магния, кальция, эти растения и добывают недостающие им элементы из животных. Но процесс фотосинтеза (создание органических веществ на свету из углекислого газа и воды) для них также характерен, как и для обычных растений [94].

Биологи внимательно изучили ряд хищных растений, произведя отбор проб жидкости из их резервуаров и химический анализ ферментов. Они также сравнили гены растений-хищников и листьев обычных растений. Это прямое сравнение, показало, что т.н. ловушки мелких животных и насекомых - это просто видоизмененные листья [95].

Перед тем, как стать плотоядными, хищные растения были обычными фотосинтетиками. Они произрастали на болотах, где много воды, но очень мало питательных веществ. Из-за этого дефицита растения «пошли» на крайние меры и начали охотиться на насекомых и мелких животных, которых на болоте всегда в изобилии.



Рис. П.8. Фотографии некоторых разновидностей растений-хищников.

Крупный кувшинчик напоминает желудок животного: количество жидкости в нем доходит до 1–2 л, а насекомых, находящихся в нем, может быть более нескольких сотен. Размеры ловушки-кувшинчика **непентеса** позволяет ему ловить даже крыс и мелких птиц. Но главный интерес к функционированию плотоядных растений, вызван тем, каким образом они получают информацию о пойманной жертве, а не случайно попавшему в ловушку «несъедобному» объекту, например – капле дождя. По-видимому, и здесь имеет место энергоинформационное взаимодействие, основанное на возникновении и распространении электрических сигналов, вызванных участием т.н. тактильных рецепторов.

## II.2. ОСЯЗАНИЕ, КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Следующим, весьма действенным и распространенным способом энергоинформационного взаимодействия с окружающей средой является **осязание** – одно из пяти основных видов чувств, с помощью которого человек и животные, способны ощущать прикосновения, воспринимать что-либо рецепторами, расположенными в коже, мышцах и слизистых оболочках [96].

В основе процесса осязания лежит раздражение различных видов рецепторов: механорецепторов, воспринимающих внешнее воздействие в виде прикосновения, давления, растяжения и т.п.; терморецепторов, воспринимающих тепло и холод; рецепторов боли, и последующее преобразование поступающей информации центральной нервной системой, с целью выработки ответной реакции организма. Осязательное ощущение может быть очень разнообразным, т.к. оно возникает в результате комплексного восприятия различных свойств раздражителя, действующего на кожу и подкожные ткани.

Восприятие предметов внешней среды с помощью осязания позволяет оценивать их форму, размеры, свойства поверхности, консистенцию, температуру, сухость или влажность, положение и перемещение в пространстве.

На клеточном уровне осязание распадается на несколько различных рецепторных процессов. Единого морфологического типа осязательных клеток не существует.

Осязательные ощущения (прикосновения, давления, совместно с мышечно-суставными, кинестетическими ощущениями), сочетаясь с многообразными данными кожной чувствительности, отражают и множество других свойств, посредством которых мы распознаем предметы окружающего нас мира [97]:

- взаимодействие ощущений давления и температуры дает нам ощущения влажности,
- сочетание влажности с некоторой податливостью или проницаемостью позволяет нам распознавать жидкие тела в отличие от твердых,
- взаимодействие ощущений глубокого давления характерно для ощущения мягкого,
- во взаимодействии с термическим ощущением холода они порождают ощущение липкости,
- шероховатость и гладкость поверхности мы распознаем в результате вибраций, которые получаются при движении руки по поверхности, и различий в давлении на смежных участках кожи.

**Тактильные ощущения** относятся к чувствам прикосновения и давления. Эти формы чувствительности распределены очень неравномерно в различных местах кожного покрова человека. Наиболее утонченными в этом отношении местами являются кожа лба, виска и предплечья. Здесь ощущаются давления, не

превышающие 0,002 гр., тогда как кончики ручных пальцев начинают чувствовать давления не менее как в 0,10 гр., а места покрытия ногтями только в 1 гр.

Установлено, что тактильные ощущения возникают вследствие раздражения определенных строго ограниченных точек кожи, между которыми лежат полосы кожи, вовсе не дающие этих ощущений (рис П.9.).



Рис. П.9. Иллюстрация тактильных ощущений.

На мягких кончиках пальцев этих тактильных точек так много, что между ними не остается индифферентных полос. Точки эти в местах, покрытых волосками, скопляются в больших количествах у самого места прикрепления волосков.

Даже фолликулы волос содержат несколько таких тактильных точек. Вот почему различные волоски могут играть роль осязательных органов. Малейшее прикосновение к волоску передается его корню, который своим движением раздражает тактильные точки.

Чрезвычайная тактильная чувствительность лба, виска, носа сравнительно с чувствительностью ладонной поверхности кончика ручных пальцев как раз и зависит от присутствия волосков на лбу, виске, носу и полного отсутствия их на ладонной поверхности пальцев.

Осязательная способность пространственных определений кожей находится в прямой зависимости от степени ее осязательной чувствительности, т. е. от наличия отдельных осязательных площадей, действующих в качестве единиц, доставляющих изолированные осязательные ощущения.

В этом отношении различные участки кожи резко отличаются между собой.

Одни участки бедны осязательными рецепторами и последние очень отдалены друг от друга, как это наблюдается на спине, затылке, бедрах и плечах; другие же, напротив, очень богаты ими, как это видим на ладонной поверхности третьей фаланги пальцев руки и др.

Лучшим способом определения остроты ощущений может служить способность различения двух одновременных прикосновений к коже, например, двумя ножками циркуля Вебера [98]. При помощи последнего определяется минимум расстояния между его ножками, при котором получаемые ощущения еще локализируются в соответственные две точки, а не сливаются в одно ощущение.

Ниже приведена таблица Вебера, дающая этот минимум расстояния для различных участков кожи в миллиметрах. Данные, приводимые в таблице позволяют судить о остроте ощущений различными участками тела, которая убывает с увеличением измеряемого расстояния

Таблица II.2  
Острота ощущений по Веберу.

Участок тела	Расстояние, мм
Ладонная поверхность последней фаланги пальцев	2,2
Ладонная поверхность второй фаланги пальцев	4,4
Кончик носа	6,6
Белая часть губ	8,8
Тыльная поверхность второй фаланги пальцев	11,1
Кожа над скуловой костью	15,4
Тыльная поверхность ручной кости	29,8
Предплечье	39,6
Грудина	44,0
Спина	66,0
Бедра и плечи	67,6

Таким образом в конечностях, острота ощущений снижается от их периферии к основанию. Упражнение сильно повышает остроту ощущений и способность различения минимальных расстояний при исследованиях циркулем Вебера.

Факт этот следует объяснять более точным разграничением площадей ощущений в сфере нервных центров головного мозга: усовершенствование осязательной чувствительности и способности различения двух касаний на минимальных расстояниях, вызванное упражнением, напр., пальца левой руки, вызывает такое же усовершенствование и в соответствующем пальце другой руки, хотя и вовсе не упражнявшейся в это время.

Способность различения двух касаний на минимальных расстояниях бывает выше при последовательном касании, чем при одновременном. Осязательные

ощущения считаются человеком одними из самых надежных, достоверных ощущений, к которым он прибегает с целью проверки показаний, доставляемых другими органами чувств.

Осязание является основным фактором ориентации у животных, лишенных органов зрения и слуха, например, у земных и водных беспозвоночных [99].

Осязание существенно расширяет представления организма об окружающем мире, играет важную роль в его жизнедеятельности.

У многих низших животных осязание, наряду с химической чувствительностью, является основным видом восприятия внешней среды. Осязание в известной мере заменяет другие органы чувств (зрение, слух) в случае их повреждения.

Пользуясь осязанием, слепые могут читать, выполнять различные тонкие ручные работы, ориентироваться в пространстве и т.д.

У людей, а также низших животных, лишённых как зрения, так и слуха, осязание является основным источником информации о внешнем мире и может быть развито исключительно высоко. В связи с расширением знаний о клеточных механизмах рецепторных процессов термин "осязание" становится менее употребительным, уступая место терминам: механорецепция, терморецепция, которые обычно рассматриваются независимо друг от друга [100].

Присущие человеку пять общеизвестных чувств (зрение, слух, осязание, вкус и обоняние) являются достаточными для информационного взаимодействия с окружающей средой и внутривидового общения. Однако некоторые животные обладают дополнительными способностями к восприятию среды обитания, дающими им возможность воспринимать мир в таких ракурсах, которые мы можем только представить.

Например, все пауки имеют уникальные механорецепторные органы – внутренние рецепторы стресса, которые дают им возможность определять минимальные механические воздействия на внешний скелет [101]. С помощью этого **шестого чувства** пауки определяют размеры, вес и возможно даже вид создания, попавшегося в паутину. Это чувство также может помочь пауку отличить движение насекомого от дуновения ветра или даже от слабого давления безобидного стебелька травы на паутину.

Морские животные – дельфины и морские свинки имеют невероятное шестое чувство эхолокации [102]. Благодаря тому, что звук быстрее распространяется в воде, чем в воздухе, дельфины способны создавать трехмерное зрительное представление окружающих предметов, основываясь лишь на акустических волнах, что очень напоминает работу эхолокатора. Этот вид адаптации необходим особенно для речных дельфинов, потому как их зрение часто крайне ограничено в мутной воде.

Дельфины могут с легкостью проплывать через участки реки, заполненные переплетенными ветвями, даже с полностью закрытыми глазами.

Еще одно уникальное «шестое чувство» – **электрорецепция** – это удивительная способность акул и ромбовых скатов определять вокруг себя наличие электрических полей [103]. В действительности странная форма головы молотоголовой акулы, как бы, специально приспособлена для улучшенной электрорецепции.

До недавнего времени электрорецепция была известна только у позвоночных. Недавние исследования показали, что у позвоночных электрорецепция является наследственной чертой, то есть она присутствовала у последнего общего предка всех позвоночных. Эта форма наследственной электрорецепции называется ампулярной электрорецепцией, а сами рецептивные органы называются ампулами Лоренцини [104].

Не все позвоночные, обладающие электрорецепцией, имеют ампулы Лоренцини. Ампулы Лоренцини существуют у хрящевых рыб (акул, скатов, химер), двоякодышашие, бихиры, латимерии, осетровые, веслонос, водные саламандры и червеобразные [105].

В связи с тем, что минерализованная вода отлично проводит электрический ток, акулы с обостренным шестым чувством могут находить свою добычу по электрическим зарядам, появляющимся при сокращении мускулов рыбы-добычи. Этот орган настолько чувствителен, что некоторые акулы могут улавливать изменения в электрическом токе от двух батареек типа АА, находящихся в контакте с водой с помощью погруженных электродов на расстоянии 1500 километров, даже если одна из батареек "садится".

Единственная группа наземных млекопитающих, у которых в процессе эволюции развилась электрорецепция это монотремы [106]. В то время как электрорецепторы у рыб и земноводных произошли от механосенсорных органов боковой линии, у монотрем они основаны на кожных железах, иннервируемых тройничными нервами.

Обыкновенные вьюны (род пресноводных рыб отряда карпообразных) обладают невероятной способностью определять изменения в давлении [107]. Они используют это чувство для наблюдения за подъемной силой под водой и коррекции давления внутри плавательного пузыря. Интересно, что это шестое чувство также дает возможность рыбе "предсказывать" погоду. Рыбаки и владельцы аквариумов давно заметили изменения в их поведении с приближением шторма.

В целом, в природе выявлено одиннадцать видов животных, обладающих шестым, дополнительным к известным пяти, чувством.

### II.3. УЗНАВАНИЕ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОДУШЕВЛЕННЫМИ РЕЦИПИЕНТАМИ И НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ.

Примечательно, что во всех известных видах взаимодействия источников информации и реципиентов не зависимо от их природы используется общий принцип – **взаимного узнавания**[108].

Узнавание (распознавание) информационного сигнала реципиентом есть основное свойство взаимодействующих **регулируемой и регулирующей** систем, будь то система: человеческий мозг – органы чувств – окружающая среда, либо – электронная вычислительная машина – интернет, либо система радио- и телекоммуникационной связи, или система кристалл – насыщенный раствор.

Такого рода системы являются **узнающими**. Они осуществляют классификацию объектов, информация о которых распространяется в пространстве соответствующими источниками.

Эта классификация основывается на упомянутом принципе узнавания, заложенном во всех материальных системах, не зависимо от их принадлежности к одушевленным и неодушевленным объектам, а также, масштабной и структурной иерархии.

Узнавание может происходить в нескольких планах. Самая элементарная первичная его форма – это более или менее **автоматическое узнавание в действии**. Эта первая ступень узнавания проявляется в виде адекватной реакции на первичный раздражитель.

В настоящее время накоплен богатый экспериментальный материал, который позволил сформулировать ряд принципов обработки информации в процессах узнавания и опознания различных объектов, в том числе, лиц. Так, в психологии было выделено два основных подхода [109].

Первый подход основывается на предположении о приоритете целостного образа перед анализом составляющих элементов.

Второй подход базируется на противоположных взглядах: сначала происходит узнавание и опознание отдельных элементов, и лишь затем перцептивной системой выдвигается гипотеза о типе воспринимаемого образа.

Существуют также представления, которые так или иначе пытаются объяснить психологические механизмы узнавания и опознания. Так, одна из теоретических концепций предполагает сравнение стимулов с прототипами – некоторыми абстрактными образами воспринимаемых объектов.

Другая теория исходит из принципа сопоставления сенсорной информации с некоторыми эталонными мысленными формами; узнавание и опознание которых, в этом случае, происходят при совпадении образа – источника информации с эталоном.



В качестве самостоятельного направления, охватываемого упомянутыми теориями, можно выделить так называемый Гештальт-подход, который подчеркивает важность организации элементов зрительного опыта в процессах узнавания и опознания [110].

Гештальт (целостный, *нем.*) – это подход к терапии, являющийся одним из направлений в психотерапии, основанный на экспериментально-феноменологическом и экзистенциальном подходах.

Базовая идея гештальт-подхода к терапии основана на способности психики к саморегуляции при единстве всех функций человеческого организма и психики (как одной из них) – *холистичности*, на способности организма творчески приспособляться к окружающей среде и на принципе ответственности человека за все свои действия, намерения и ожидания [111].

Для процессов развития и эволюции живой природы первостепенное значение имеет феномен взаимного узнавания при взаимодействии организмов с окружающей средой, происходящий на молекулярном уровне [112].

Считается, что ключевую роль в молекулярном узнавании играют электростатические взаимодействия, определяющие природу его механизма.

Во-первых, это наличие у электростатических зарядов знака, который вносит ключевой вклад в специфичность взаимодействия. Во-вторых, это неустойчивость любых систем электростатических зарядов, предопределяющая способность этих систем к развитию во времени. В-третьих, это уже указанное дальное действие, исключающее нежелательные (например, приводящие к агрегации) межмолекулярные контакты и способствующие физиологически значимым уже при подходе молекул друг к другу, ещё до образования межмолекулярного контакта.

Наиболее ярким примером межмолекулярного взаимодействия и молекулярного узнавания, является взаимодействие белков и нуклеиновых кислот, происходящее благодаря наличию и роли в этом взаимодействии электростатического поля за пределами биомолекул. При этом для выявления роли электростатических полей выбирается максимальное расстояние, при котором энергия электростатического поля значима по сравнению с энергией теплового движения молекул. Это расстояние составляет примерно 5 Å от «молекулярной поверхности».

На расстояниях больших 5-7 Å, энергия электростатического поля становится сопоставимой с энергией теплового движения, и поле не может вносить существенного вклада в узнавание.

На меньших же расстояниях действуют, помимо электростатических, и другие не менее значительные силы, например, силы дисперсионного притяжения,

обусловленные взаимодействием между мгновенным и наведённым на биомолекулы диполем. Энергия такого взаимодействия обратно пропорциональна шестой степени расстояния между диполями [113].

Как известно, электростатический потенциал вокруг белковой молекулы определяется в основном зарядами ионизирующихся в нейтральной среде боковых групп следующих аминокислот: катионных - лизина и аргинина и анионных - глутаминовой и аспарагиновой кислот [114].

Для белок-нуклеинового узнавания принят иерархический механизм, состоящий, по меньшей мере, из трех этапов [115]. Первый – неспецифическое связывание белков с нуклеиновой кислотой происходит за счет электростатической комплементарности контактирующих поверхностей нуклеиновых кислот и белков. Второй этап – одномерная диффузия белка вдоль цепи ДНК. Следующим этапом является формирование более плотных контактов нуклеиновых кислот и белков, которое происходит на уже локализованном участке в цепи ДНК.

Обратимся теперь к примеру системы: белковые ферменты и взаимодействующие с ними субстраты, функционирование которой вряд ли было бы возможно без обмена информацией о структурном соответствии.

Установлено, что молекула белка-фермента в процессе ферментации **узнает** превращаемую молекулу субстрата или некоторый ее фрагмент, как, например, в случае протеолитических ферментов, катализирующих гидролиз пептидных связей [116].

Тем не менее, целый класс белков, которые специфически связываются с нуклеиновыми кислотами, не имеет общей модели описания этого процесса и общей линейки для измерения специфичности связывания.

Наиболее вероятный механизм узнавания в этом случае представляется в образовании реакционного комплекса с конвертируемым субстратом. Комплексы с ингибиторами и активаторами ферментов также возникают в результате специфического узнавания взаимодействующих объектов.

В узнавании непосредственно участвуют активный центр фермента, включающий и соответствующий ко-фактор, а опосредованно – вся белковая глобула.

К стати, сам процесс образования глобулы можно трактовать как результат узнавания, в частности, узнавания гидрофобных остатков, гидрофобными же остатками белка, вследствие чего, собственно, и формируется ядро последующей глобулы [117].

Так как роль фермента сводится не только к узнаванию субстрата, но и каталитическому его преобразованию, то большое значение имеет прочность связывания активных центров ферментов с молекулами субстратов (имеет место аналогия с конверсией адсорбированных молекул на поверхности гетерогенных катализаторов) [118].

Степень специфичности узнавания, вполне вероятно, симбатна степени связывания субстрата, т. е. выражается величиной свободной энергии взаимодействия с активным центром фермента.

Если выигрыш свободной энергии слишком велик, то прочность фермент-субстратного комплекса может быть настолько большой, что активность фермента окажется чрезмерно низкой. Поэтому необходимо оптимальное соотношение между стабильностью реакционноспособного комплекса и скоростью его преобразования в продукт реакции со структурой менее комплементарной структуре фермента, нежели структура исходного субстрата.

Таким образом, взаимодействие, приводящее к узнаванию субстрата белком фермента, есть ни что иное, как процесс **передачи и восприятия информации** о специфике пространственного расположения и строения активных центров фермента и превращаемых фрагментов субстрата (рис II.10).

Сущность механизма химического превращения, катализируемого ферментами наряду с образованием специфически связанных промежуточных и конечных продуктов на разных стадиях реакции, подразумевает точное **распознавание** субстратом геометрии трехмерной структуры фермента, природы его функциональных групп, обеспечивающих специфичность действия и высокую каталитическую активность [119].

Фактически, в этот момент происходит перевод реакции во внутримолекулярный режим, когда энтропийные потери на сближение и ориентацию реагирующих молекул минимальны.

Таким образом, при образовании фермент-субстратных комплексов в непосредственное химическое взаимодействие вступают лишь ограниченные фрагменты аминокислотной последовательности полипептидной цепи – активные центры – уникальная комбинация остатков аминокислот в молекуле фермента, обеспечивающая непосредственное взаимодействие с молекулой субстрата и прямое участие в акте катализа.



Рис. II.10. Катализируемое ферментом превращение субстрата.

Одно время считалось, что ферментативный катализ принципиально отличается от небиологического катализа, широко используемого в химическом производстве. Такое представление основывалось на трёх отличительных особенностях ферментативного катализа: исключительно высокой **эффективности** (скорость ферментативной реакции в сравнении со скоростью некаталитической реакцией выше в  $10^{10}$ – $10^{13}$  раз); специфичности, т. е. **избирательности** (способности каждого фермента катализировать превращение строго определённых биологических субстратов, иногда лишь единственного вещества, в единственном направлении), не достижимых в небиологическом катализе.

Особенностью ферментативного катализа является также его регулируемость: (способность биокатализатора – фермента увеличивать или уменьшать свою активность в зависимости от меняющихся условий внешней среды. Однако исследования механизма ферментативного катализа показывают, что к нему применимы законы и принципы, на которых основаны обычные химические реакции.

Отличие реакций ферментативного катализа определяется сложностью структуры ферментов и химических превращений, которые совершают вещества в ходе катализа.

Высокая специфичность ферментативного катализа объясняется строгим геометрическим и электронным соответствием структуры субстрата структуре активного центра фермента, на котором субстрат сорбируется и далее претерпевает химические превращения.

Допускается, что соответствие геометрического и электронного строения активного центра и реагирующих с ним участков молекулы субстрата (субстратов) достигается в момент сближения субстрата с активным центром (гипотеза индуцированного соответствия Д. Э. Кошленда, США) [120].

Активный центр фермента, представляющий собой ансамбль химически активных группировок (функциональных групп аминокислот), формируется из остатков аминокислот, нередко расположенных далеко друг от друга в полипептидной цепи, но сближенных в пространстве в результате глобулярной структуры белка.

Часто в построении активных центров участвуют низкомолекулярные вещества (ионы металлов, органические кофакторы).

Известно, что одно из фундаментальных свойств биологических систем – их колебательная, волновая природа, о которой судят по биофизическим, физиологическим и биохимическим показателям.

Богатство ритмов, обнаруженных во внешней среде, в диапазоне частот от оптического до сверх медленных (с периодом: сутки, месяцы, годы) адекватно их

обилию, обнаруженному в многоклеточном организме. В многоклеточном организме все ритмические функции синхронизированы. Разнообразие ритмов у многоклеточного организма проявляется в виде автоколебательных (волновых) процессов, которые благодаря резонансным взаимодействиям согласованы и находятся в рациональных отношениях, соответствуя разным иерархическим уровням организации биологической системы.

В энергоинформационных процессах, происходящих в биологических системах нельзя недооценивать тот факт, что окружающая водная среда для клетки – это не просто молекулярный раствор, т. е. жидкость с растворенными веществами протоплазмы и т.п., а питательная энергоинформационная среда, в которой протекают множество промежуточных реакций, в том числе – ферментативные реакции.

В качестве примера, можно отметить, что, возможно, за счет структурных перестроек активных центров у молекул предшественников (окислительно-восстановительных и других внутриклеточных ферментов) происходит индуцированное изменение структуры воды в клетке, которое, в свою очередь, служит энергетическим пусковым механизмом биоэнергетических реакций в организме.

Аналогично описанному примеру информационного взаимодействия фермент-субстратной системы, с большой долей вероятности происходит взаимодействие других систем, отличающихся той или иной сложностью структурной организации.

Весьма интересное явление, в котором проявляется энергоинформационное взаимодействие демонстрируют так называемые процессы самосборки, в частности процессы кристаллизации соединений из их насыщенных растворов, либо расплавов.

В настоящее время известны тысячи кристаллических веществ: это и сравнительно простые металлы, и их сплавы, а также кристаллы со сложной структурой, имеющие естественную внешнюю форму правильных симметричных многогранников, уникальные свойства которых обусловлены особым расположением огромного числа входящих в кристаллическую фазу атомов.

Между тем, обладающие разнообразными свойствами все эти кристаллы состоят всего из нескольких десятков **сортов** атомов, однако, по-разному расположенных относительно друг друга [121].

Известно, что взаимодействие между атомами одноименных элементов способствует их объединению и формированию определенных типов кристаллической решетки. В этом процессе, по-видимому, главную роль также играет **энер-**

**гоинформационное** взаимодействие, способствующее синхронизации колебательного движения близких по природе структурных элементов кристаллической решетки, и, следовательно, минимизации ее энергии.

Процесс кристаллизации, по определению, – это процесс само-сборки, в том смысле, что молекулы вещества должны сами найти и узнать друг друга будучи еще в растворенном состоянии, а также принять оптимальную для сближения взаимную ориентацию. Тогда, по-видимому, предшественниками образующихся кристаллов являются молекулярные агрегаты (аквакомплексы), постепенно трансформирующиеся в зародыши кристаллизации.

В конце концов, этот процесс само-сборки приведет к образованию определенного типа упорядоченных кристаллов.

Примером подобного взаимодействия является кристаллизация из смеси насыщенных растворов веществ различной химической природы: хлорида натрия с кубической гранецентрированной решеткой и сульфата меди, (медного купороса), с триклинной сингонией.

Находясь в растворенном состоянии хлорид натрия и сульфат меди образуют гомогенную систему с равномерным распределением веществ в объеме раствора. Однако, амплитудно-частотные характеристики колебательно-вращательного движения структурных фрагментов аквакомплексов обеих веществ при их растворении продолжают сохранять свое различие.

Благодаря различию данных характеристик, **резонансное взаимодействие** возникает между структурными элементами каждого из растворенных веществ **автономно**. Формирующееся при этом энергоинформационное поле способствует распространению этого взаимодействия на весь объем раствора (эффект **дальнодействия** полей электромагнитной природы).

Важным обстоятельством, определяющим наличие структурного порядка и направленности процесса кристаллизации является **синхронизация** взаимного пространственного перемещения аквакомплексов натрия и меди, т.е. переход от хаотичного их движения – к упорядоченному.

Данное изменение характера движения сопровождается снижением кинетической энергии системы, чему, естественно, благоприятствует ее искусственное охлаждение.

Таким образом, синхронизация амплитудно-частотных параметров колебательно-вращательного движения разнесенных в пространстве аквакомплексов хлорида натрия и сульфата меди влечет за собой их сближение, молекулярное «**узнавание**» и «**освобождение**» от сольватирующих молекул воды, т.е. разрушению сольватной оболочки.

Этот, предшествующий кристаллизации процесс значительно ускоряется, если в насыщенный раствор ввести микрочастицы соответствующих солей в кристаллическом состоянии, информация о структурном порядке которых практически мгновенно распространяется по всему насыщенному раствору в виде волнового процесса с определёнными амплитудно-частотными параметрами колебания энергоинформационного поля.

Итогом приведенного процесса является **автономное** формирование кристаллов хлорида натрия и сульфата меди с характеристическими параметрами кристаллических решеток, присущими этим веществам **до растворения**.

От степени соответствия ближней упорядоченности структуры вещества в растворенном состоянии **структуре кристаллизующейся фазы**, во многом зависит возможность получения высококачественных монокристаллов из растворов.

Рост граней кристалла происходит послойно, края незавершённых атомных слоев (ступени) при росте движутся вдоль грани. Зависимость скорости роста от условий кристаллизации приводит к разнообразию форм роста и структуры кристаллов (многогранные, пластинчатые, игольчатые, скелетные, дендритные и другие формы, карандашные структуры и т. д.)

Кристаллизация начинается при достижении некоторого предельного условия, например, переохлаждения жидкости или пересыщения пара.

Естественно, что кинетические закономерности процессов кристаллизации в значительной степени будут определяться влиянием гораздо большего числа не рассмотренных здесь факторов, и прежде всего величиной энергии кристаллической решетки, влияющей на скорость само-сборки кристаллов.

Напомним, что разность энергии взаимодействия атомов в структуре решетки и энергии такого же количества изолированных атомов называется **энергией связи кристаллической решетки**. Величина этой энергии лежит в интервале от 0,1 эВ/атом для твердых тел с ван-дер-ваальсовским взаимодействием и до 8 эВ/атом для ковалентных и ионных соединений, а также некоторых металлов. (Затрата энергии в 1эВ эквивалентна нагреву вещества до 11604К) [122].

Наличие стабильных связей между атомами в кристалле предполагает, что полная энергия кристалла меньше энергии любой другой конфигурации, в том числе и той, в которой все атомы разнесены на большие расстояния в результате сольватации в растворе. По этой причине процесс кристаллизации веществ из растворов ускоряется с уменьшением кинетической энергии частиц в растворённом состоянии и с увеличением энергии связи кристаллической решетки.

### III ГЛАВА

## МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ, АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ И ЗВУКОВОЕ ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

Как уже упоминалось, все волны можно разделить на два типа: упругие и электромагнитные. Упругие (другое название акустические) волны – это волны, связанные с колебаниями частиц при **механической деформации** упругой среды (жидкой, газообразной, твердой). При этом имеет место перенос энергии упругой деформации при отсутствии переноса вещества (рис. III.1 А).

Примером акустических (продольных) волн, являются звуковые волны, представляющие собой чередующиеся области повышенного и пониженного давления воздуха, расходящиеся от источника звука (рис. III.1 В).

Случай же распространения информации, в виде электромагнитного излучения и трансформации его в воспринимаемые акустические волны, изображен на рис. III.1 (С). Здесь, естественно, присутствует приемник электромагнитных волн радиочастотного диапазона, преобразующий электромагнитное излучение в воспринимаемые слухом акустические волны.



Рис. III.1. Иллюстрация различных способов генерации и трансляции звуковых волн.

Отметим, что скорость звука зависит от структурных особенностей и агрегатного состояния среды распространения. В твердых телах, особенно, если эти тела имеют плотную упаковку в виде кристаллической решетки, она превышает



скорость распространения звука в прочих конденсированных средах (аморфных телах) жидкостях и газах. Например, скорость звука в железе составляет 5950, стекле – 4800, воде – 1500 и в воздухе – 331 м/сек.

**Акустическая информация**, т.е. генерация и распространение звуковых сигналов, играет немаловажную роль в коммуникационном (информационном) взаимодействии людей, социальных групп, а также образовании внутривидовых и межвидовых связей у различных представителей животного мира и взаимодействии с окружающей средой.

На рис. III.2. приведен частотный спектр звуковых волн и обозначены диапазоны восприятия звуковых сигналов человеком (16 Гц – 18 кГц), а также параметры звуковых сигналов, распространяемых и воспринимаемых, например, летучими мышами и некоторыми насекомыми.

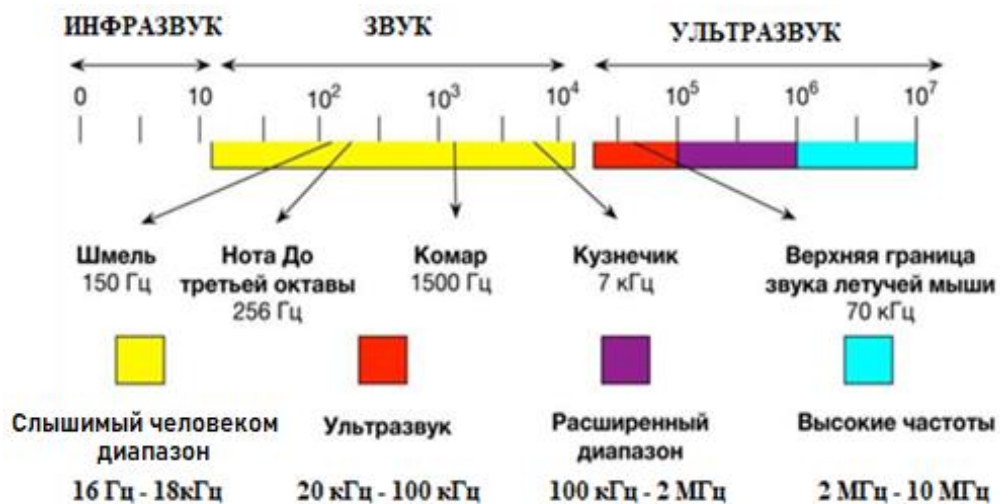


Рис. III.2. Частотный спектр звуковых волн и диапазоны восприятия звуковых сигналов человеком, летучими мышами и некоторыми насекомыми.

Интенсивность звуковых волн в процессе их распространения всегда уменьшается вследствие того, что определенная часть акустической энергии рассеивается. В силу процессов теплообмена, межмолекулярного взаимодействия и внутреннего трения звуковые волны поглощаются в любой среде.

Интенсивность поглощения зависит от частоты звуковой волны и от других факторов, таких, как давление и температура среды.

Звуковые волны в газе (воздухе) характеризуется избыточным давлением, избыточной плотностью, смещением частиц и скоростью их смещения. Для звуковых волн эти отклонения от равновесных значений всегда малы. Так, избыточное давление, связанное с звуковой волной, намного меньше статического атмосферного давления.

В противном случае мы имеем дело с другим явлением – ударной волной.

В звуковой волне, соответствующей обычной речи, избыточное давление составляет лишь около одной миллионной атмосферного давления [123].

Инфразвуковые колебания, с частотой ниже 16 Гц возникают как от естественных, так и искусственных источников колебаний: - цунами, грозовые разряды, землетрясения, взрывы, работающие двигатели, станки, и многие другие источники. Распространяются такие колебания на значительные расстояния, что позволяет использовать их в сейсмических исследованиях.

Слышимый звук, с частотой в диапазоне 16 Гц – 20 кГц – это акустические колебания, воспринимаемые органами слуха. Источником слышимого звука могут быть различные тела, колеблющиеся с приведенной выше частотой.

В мире человека и животных слышимый звук является одним из основных средств информационного общения.

Знание закономерностей генерации акустических волн, их распространения в разных средах имеют значение практически во всех областях человеческой деятельности. Для общей характеристики роли акустики в современном мире очень удачным является созданное американским учёным-акустиком Робертом Линдси (Robert Bruce Lindsay) графическое изображение, известное как «колесо акустики Линдси» (рис. III.3).



Рис. III.3. Акустическая диаграмма Линдси

На «колесе акустики» Линдси приведены 10 основных направлений научной и инженерной деятельности в акустике [124]. Эта диаграмма была создана в 1964 году. С тех пор в ней сформировались новые направления, в рамках которых интенсивно ведутся фундаментальные и прикладные исследования, результаты

которых являются основой для создания действительно революционных технологий.

В нём выделены четыре области человеческой деятельности, в которых акустические знания имеют важное значение: Наука о жизни, Науки о земле, искусство, инженерная техника. Центральное место в этой диаграмме занимают основополагающие исследования в акустике, которые объединены общим названием — *фундаментальная физическая акустика*.

**Физическая акустика [125].** – это часть акустики, рассматривающая взаимодействие акустических волн с твёрдыми, жидкими и газообразными средами на макро- и микроуровнях. В рамках физической акустики выделяются два вида задач. По формулировке соответствующих математических моделей и целей исследования звуковых полей их можно разделить на прямые и обратные задачи. В прямых задачах считают известными свойства вещества, в котором распространяются звуковые возмущения. Вопрос ставится об изучении влияния свойств среды (упругого тела, газа, жидкости, кристаллической решётки) на свойства волн. В задачах обратных целью исследования является поиск информации о внутренних свойствах среды, в которой распространяется звук, по свойствам звука, которые удаётся наблюдать.

Позволим себе краткое рассмотрение других направлений исследования акустики, обозначенных на соответствующих секторах диаграммы Линдси.

### **Физиологическая и психологическая акустика [126].**

В процессе восприятия звука высокоразвитыми организмами, в частности, человеком, можно выделить три этапа. Прежде всего, энергия звукового сигнала, достигающая головного мозга, должна быть трансформирована в энергию механических колебаний элементов внутреннего уха. Затем механические колебания должны быть преобразованы в нервные импульсы, которые передаются в мозг.

И наконец, переданный в мозг сигнал анализируется центральной нервной системой для оценки полученной информации. Процессы, происходящие на первых двух этапах, определяются физиологическими (анатомическими) особенностями слуховой системы человека, а также высокоразвитых животных, и изучаются в рамках физиологической акустики. Особенности восприятия и анализа нервных импульсов мозга является предметом исследований в рамках психологической акустики, или психоакустики.

Для человека также важна проблема генерации сложных звуков (речь). Понимание особенностей генерации таких звуков определяются строением речевого аппарата.

Поэтому физиологическую акустику определяют, как раздел акустики, объединяющий исследования особенностей восприятия и воспроизведения звуков культурно-слуховым аппаратом человека.

Итоги этих исследований дают важную **информацию** как для медиков, в случае анализа дефектов слуха, так и для инженеров для создания технических средств и условий комфортного восприятия звуков.

В раздел физиологической акустики относят данные о предельных уровнях интенсивности волновых возмущений и их частотный диапазон, при которых у человека возникают слуховые ощущения.

Особенности восприятия музыкальных тонов и музыкальных произведений, в целом, изучаются в рамках музыкальной психологии. Определённые результаты таких исследований используются в методе – музыкотерапии.

**Электроакустика [127]** – раздел акустики, который связан с разработкой и созданием различных электрических устройств, которые предназначены для создания, регистрации, восприятия и хранения звуковой информации.

Создание таких устройств обусловлено не только акустикой слышимого частотного диапазона. Такие устройства имеют широкое использование в гидроакустике, системах неразрушающего контроля, в акустических медицинских приборах, где используется очень широкий диапазон частот.

### **Гидроакустика [128].**

Термином гидроакустика определяются все акустические исследования, связанные с изучением особенностей генерации и распространения звуков в различных водоёмах и практическое использование знаний об этих особенностях.

Поскольку электромагнитные волны сильно затухают в солёной морской воде, акустические волны являются единственным средством дистанционного зондирования в морях и океанах.

С точки зрения распространения звука, океаническая среда оказалась достаточно сложной. Прежде всего, в ней наблюдается изменение в достаточно широких пределах (пространственных и временных) таких физических параметров, как температура, давление, солёность, насыщенность газами.

Значительное влияние на формирование звукового фона в океане могут давать живые организмы. Всё это влияет на характеристики звуковых полей. Поэтому важной составляющей гидроакустики есть такая научная дисциплина, как акустика океана

### **Архитектурная акустика [129].**

Несмотря на то, что история акустики достаточно богата примерами сооружений (особенно культовых храмов), открытых театров, которые славятся вели-

колепными условиями для восприятия звуков человеком, формирование научной дисциплины, которая бы давала обоснованные систематические рекомендации для достижения таких звуковых качеств, произошло лишь в начале XX века. Это направление в акустике определяется как архитектурная акустика.

Качество восприятия звука в помещении, в основном, определяется такими факторами как размер, форма, акустические свойства поверхности, уровень постороннего шума. Причём все эти параметры выбираются в зависимости от того, каков основной источник звука.

В последнее время из-за широкого распространения домашних кинотеатров и роста качества акустических систем, доступных широкой общественности, в архитектурной акустике сформировался особый раздел – акустика квартирной комнаты.

**Музыкальная акустика [130]** является разделом акустики, в котором исследуется широкий круг вопросов физики музыкальных инструментов и особенности восприятия музыки человеком. В этом последнем аспекте можно говорить о тесной связи музыкальной и психологической акустики, хотя в данном случае речь идёт о восприятии человеком особого – музыкального звука.

Особенности таких звуков определяются тем, что музыка – это искусство организации вокальных, инструментальных звуков и их комбинации для достижения определённых эстетических и эмоциональных эффектов у слушателя. Постановка такой цели открывает широкие возможности для субъективных оценок музыкальных произведений. Содержание таких оценок определяется культурной атмосферой, в которой воспитывался слушатель, уровнем его индивидуальной культуры и присущее ему слуховое восприятие.

Музыкальная акустика формирует широкое поле междисциплинарных исследований для специалистов, изучающих проблемы генерации музыкальных звуков, передачи таких звуков от источника к слушателю и восприятия таких звуков слушателем.

Особое значение этого раздела акустики заключается в том, что при изучении проблем музыкальной акустики формируется «мост» между наукой и искусством.

### **Экологическая акустика [131].**

Появление этого направления в современной акустике является примером изменений в этой науке, соответствующие изменениям условий существования человечества. Сам по себе большой интерес к проблемам экологии, то есть проблем взаимодействия человека с окружающей средой, является характерным признаком современности.

Исследования по негативному влиянию таких акустических факторов, как шум и вибрации, ведутся в акустике и в медицине достаточно давно. Однако борьба с негативными последствиями такого влияния чаще всего представлялась проблемой отдельных профессиональных групп. Именно понимание того, что проблема существования в «акустически загрязнённом» мире становится общечеловеческой, способствовало появлению такого направления в экологии. В 1993 году была создана международная организация, Всемирный форум акустической экологии (*World Forum for Acoustic Ecology*) который своей целью определил изучение научных, социальных и культурных аспектов влияния природной и созданной человеком звуковой среды.

### **Биоакустика [132].**

Кроме человека много других живых существ используют звуки для общения и оценки состояния окружающей среды. Изучением особенностей создания звуков живыми существами, восприятие ими звуков, характерных особенностей использованных звуков занимаются в таком разделе акустики, как биоакустика.

Первые предположения об использовании звуковых сигналов в системе ориентации летучих мышей высказывались ещё в конце восемнадцатого столетия.

Однако инструментальное подтверждение использования ими ультразвука было сделано только в 1938 году. В начале пятидесятых годов XX века началось изучение звуков, издаваемых дельфинами. Эти исследования указали на использование ими звуков в диапазоне частот выше сотни килогерц.

Наблюдение за миром животных позволяет сделать определённые обобщения, например, можно сказать, что малые по размеру существа используют высокочастотные звуки, а крупные – низкочастотные. Однако есть и исключения: довольно крупные морские животные – дельфины – пользуются высокочастотным ультразвуком.

В целом свойства используемого звука определяются механизмом его создания. И эти разные механизмы также изучаются в биологической акустике.

**Аэроакустика [133].** – это раздел акустики, в котором изучают механизмы возникновения и свойства звуков, создаваемых потоком воздуха или возмущениями в воздухе, порождёнными движением различных объектов в нём. Поток воздуха способен вызвать звук в том случае, когда в нём образуются и взаимодействуют определённого вида возмущения (турбулентные или вихревые образования), способные обеспечить передачу кинетической энергии потока в энергию звуковой волны. Процесс такой передачи достаточно сложен, поскольку движение частиц среды в потоке и в волне – это два принципиально разных движения.

В первом случае, наличествует перенос массы, то есть частицы существенно смещаются в пространстве. В случае распространения волны происходит только перенос состояния – частицы среды осуществляют лишь колебания вблизи положения устойчивого равновесия.

### **Акустика в медицине [134].**

Знания из различных разделов акустики широко используются как для диагностической цели, так и для организации терапевтических процедур. В этом случае используются звуковые сигналы в широком диапазоне частот.

Значительное внимание в медицинской акустике уделяется также изучению воздействия на организм человека звуков и вибраций различной интенсивности.

Наибольшее распространение акустических методов в медицине получил так называемый метод ультразвукового исследования (УЗИ).

Ввиду относительно невысокой стоимости и высокой доступности ультразвуковое исследование является широко используемым методом в медицине и позволяет диагностировать достаточно большое количество заболеваний, таких как, хронические диффузные изменения в органах (диффузные изменения в печени и поджелудочной железе, почках и предстательной железе, наличие конкрементов в желчном пузыре, почках, наличие аномалий внутренних органов, жидкостных образований в органах.

В силу физических особенностей не все органы можно достоверно исследовать ультразвуковым методом, например, полые органы желудочно-кишечного тракта труднодоступны для исследования из-за фазовой неоднородности объектов. Тем не менее, ультразвуковая диагностика может применяться для определения признаков спаечного процесса.

При помощи ультразвукового исследования можно обнаружить наличие свободной жидкости в брюшной полости, если её достаточно много, что может играть решающую роль в лечебной тактике ряда терапевтических и хирургических заболеваний и травм.

Ультразвуковые колебания с частотой в диапазоне 20 кГц – 1 ГГц - это акустические колебания за порогом предела слышимости.

Ультразвуковые колебания по некоторым своим свойствам приближаются к световым лучам, – их также можно фокусировать, формировать излучение и направлять его в нужную сторону. Ультразвуковые волны поглощаются веществом, причем уровень поглощения зависит от природы материала; они преломляются при переходе из одной среды в другую среду и отражаются от различного рода препятствий.

Аналогично восприятию зрительной информации, восприятие акустических сигналов у различных существ может происходить в звуковом диапазоне отличающимся от диапазона слышимости звука человеком. Так, улавливая высокочастотные звуки, отраженные от окружающих предметов и добычи, летучие мыши анализируют полученную информацию в течение миллисекунд, оценивая время прохождения, направление и частоту обратных сигналов. Реакцией на воспринятую информацию является совершение точного броска на обнаруженную добычу.

До недавнего времени весьма противоречивым было мнение о наличии звукового информационного канала у растений.

Однако, согласно современным представлениям, звук, как собственно, и механическая вибрация может улавливаться всеми клетками растения благодаря наличию специфических механо-чувствительных каналов.

В растениях восприятие звука происходит диффузно, целиком, а не сконцентрировано в специализированном органе, как у человека и животных.

Долгое время считалось, что растения могут получать информацию, «прислушиваясь» к колебаниям почвы, но сами не могут производить звук и, следовательно, передавать полученную информацию различным частям собственного организма. Тем не менее, в Италии профессором Флорентийского университета, нейробиологом Стефано Манкузо было выполнено исследование, в котором было показано, что корни растений могут издавать звук, хотя механизм данного явления до сих пор остается загадкой [135].

По всей видимости, эти малоинтенсивные звуки являются результатом разрыва достаточно прочной клеточной стенки, состоящей из целлюлозы, в процессе роста клеток.

Данное открытие позволяет по-новому взглянуть на общение между растениями. Тот факт, что корни издают и воспринимают звук, может открыть доступ к изучению ранее неизвестных подземных путей передачи информации. Более того, в соответствии с данными, опубликованными Стефано Манкузо, корни растений демонстрируют организованное поведение, свойственное группам особей и подразумевающее наличие коммуникационных сетей между корнями отдельных растений, необходимых для эффективного зондирования почвы и направленного их роста.

Согласно логике Манкузо, в процессе эволюции растениям приходилось выработать решения проблем, с которыми сталкиваются организмы, ведущие прикрепленный образ жизни. Хотя у растений нет ни нервов, ни головного мозга, у них есть социальная жизнь и, следовательно, аналоги органов чувств (ключи к



пониманию которых можно найти в некоторых клетках (гаметы и бактерии), кораллах, губках и в, казалось бы, очень примитивных организмах, таких, как пластинчатые, которые не имеют ничего, что даже отдалённо напоминает мозг, но при этом демонстрируют поведение, присущее обладателям такового), хотя и очень отличающихся от тех, которые наблюдаются у представителей животного мира.

В 2012 году Манкузо и его коллеги доказали, что растения имеют специальные рецепторы, которые делают их корни чувствительными к звуку и направлению его распространения. Другие его коллеги, ещё 4 года назад утверждали, что деревья в условиях острой нехватки воды могут излучать целенаправленные звуки, которые, возможно, играют бóльшую роль, чем просто пассивные признаки кавитации.

Интересной особенностью воспринимать инфразвуки частотой восемь-тринадцать герц обладают океанические медузы [136]. Сильные звуки с такой частотой вызывают у человека страх и нервное напряжение.

Перед штормом усиливающийся ветер срывает гребни волн и захлестывает их. Каждое захлопывание воды на гребне волны порождает акустический удар.

При этом создается инфразвук, который и улавливает своим куполом медуза. Инфразвук, как рупором, усиливается колоколом медузы и передается на слуховые колбочки. Шторм разыгрывается еще за сотни километров от берега, а медузы уже слышат его.

*Приведенные примеры как внутрисистемного, так и над-системного информационного (энергоинформационного) взаимодействия реципиентов с окружающей средой, дают основание утверждать, что независимо от содержательного уровня генерируемой и воспринимаемой информации, а также отношения источника информации и адресата к одушевленным или неодушевленным существам, сам факт информационного обмена основан на известных физических явлениях, а именно – волновых процессах распространяющихся в соответствующих средах, параметры которых могут быть представлены определенными амплитудно-частотными характеристиками.*

Эти характеристики позволяют отнести пути распространения информации, в зависимости от их природы и среды распространения, к **механическим, акустическим и электромагнитным**. Возьмем на себя смелость также предположить, что генератором любой распространяемой информации изначально является **механическое движение в пространстве вещественной составляющей материальных систем** (колебание, вращение и т.п.), трансформирующееся затем в акустические и электромагнитные возмущения среды его распространения.

#### ГЛАВА IV.

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ПРЕВРАЩЕНИИ ВЕЩЕСТВ.

Известно, что вещественная материя представлена в природе относящимися к разной масштабной иерархии структурными образованиями. Каждое структурное образование, в свою очередь, состоит из фрагментов, относящихся к меньшему масштабному уровню, и входит в структуру большего геометрического размера.

Структуры разного масштабного уровня, в зависимости от наличия соответствующей степени свобод у составляющих их фрагментов, совершают поступательные, колебательные и вращательные движения в той или иной совокупности.

Поэтому, протекающие в среде вещественной материи массообменные и энергообменные физико-химические процессы, результатом которых являются фазовые превращения, а также образование новых соединений различного химического состава и строения, обусловлены перемещением либо перегруппировкой атомов превращаемых молекул в пространстве.

Это движение структурных элементов материи, происходящее благодаря наличию кинетической энергии принято называть **тепловым**.

Тепловое движение атомов и молекул может характеризоваться как сочетание поступательного, возвратно-поступательного (колебательного) и вращательного.

Заметим, что с увеличением совокупной кинетической энергии движения вещественных элементов материальных систем при нагреве, снижается их **упорядоченность**, и тем самым затрудняется синхронизация отдельных видов движения, то есть снижается структурная стабильность материальной системы в целом.

Более эффективному же осуществлению синхронизации параметров колебательно-вращательного движения на атомно-молекулярном уровне способствуют снижение кинетической энергии движения и взаимодействие на наличествующих **резонирующих частотах**.

В зависимости от условий, в тепловом движении доминирует какое-либо из названных типов движения, которое обязательно сопровождается генерированием и распространением в окружающем пространстве-поле **электромагнитных колебаний** с параметрами, зависящими от **энергетических параметров** механических колебательно-вращательных движений частиц **вещественной** материи.

Значение температуры, при которой выполняются указанные условия, отличаются друг от друга порядком величин.

Так, например, для молекул кислорода и азота, температура, при которой в суммарном энергетическом потенциале доминирует энергия поступательного движения:  $T_{\text{Пост}} \approx (10 \div 10^2) \text{К}$ , вращательного:  $T_{\text{ВР}} \approx (10^2 \div 10^3) \text{К}$ , колебательного:  $T_{\text{Кол}} > (10^3) \text{К}$ .

В зависимости от формы движения частиц вещества, в окружающем их пространстве генерируются волны, с широким набором амплитудно-частотных характеристик, которым приписываются свойства электромагнитных волн.

Параметры этих волновых процессов относят, по мере уменьшения частоты, от **ультрафиолетовой** области электромагнитного спектра, чему соответствуют электронные переходы на внутренних орбиталях атомов, к **видимой** области (переходы внешних валентных электронов), затем, **инфракрасной** области (валентные и деформационные колебания составляющих молекулы атомов), а также к **микроволновой** области (низко энергетические вращательные движения молекул и их структурных фрагментов).

Исследуя распределение энергии электромагнитного излучения по спектрам, немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой физики Макс Планк экспериментально определил зависимость испускательной способности (плотности излучения) абсолютно черного тела от температуры [137].

Результаты этих экспериментов при различных значениях температуры схематически приведены на рис. IV.1.

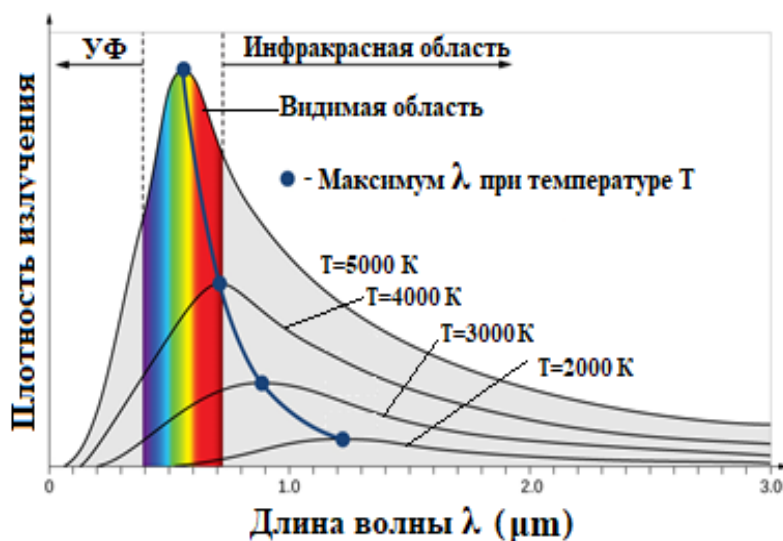


Рис. IV.1. Графическая иллюстрация закона Планка: высокочастотного сдвига излучения с повышением температуры абсолютно черного тела.

Именно эти волновые процессы, формирующие соответствующие спектры, являются своеобразным передаточным звеном при энергетическом обмене между частицами физически и химически взаимодействующих веществ.

Поэтому при комнатной температуре ( $T=300\text{K}$ ), подчиняясь закону равнораспределения энергии, возбуждены, в основном, поступательные и вращательные степени свободы, тогда как **колебательные** заморожены и практически не дают никакого энергетического вклада в характер движения атомов и молекул в окружающем пространстве [138].

Для возбуждения же колебаний ядер, например, в молекуле азота ей необходимо сообщить энергию не меньшую, чем  $0,2925\text{ эВ}$ , что равносильно разогреву молекулы до  $3394\text{K}$ . У ядер молекулы кислорода, как говорят в таких случаях, «колебательный квант» немного меньше, а именно:  $0,1959\text{ эВ}$  ( $2273\text{K}$ ).

При комнатной температуре доля колебательно-возбужденных молекул азота от их общего числа составит примерно  $1,2 \cdot 10^{-4}$ , а для кислорода в этих же условиях эта доля примерно равна  $5,1 \cdot 10^{-4}$ .

Таким образом для веществ в газообразном состоянии приобретенная энергия в количестве  $\approx 0,08 - 0,09\text{ эВ}$  (разогрев до  $\sim 1000\text{K}$ ) расходуется преимущественно на **поступательно-вращательное** движение молекул.

Вряд ли в этих условиях можно говорить о том, что эти молекулы абсолютно «жесткие», и у них только пять степеней свободы, так как колебательная степень свободы у них не доминирует.

Тем не менее, уже при температуре  $> 1000\text{ K}$  доля колебательно-возбужденных молекул составит для азота около  $3\%$  и около  $10\%$  для кислорода.

Совершенно иная картина распределения типов пространственного движения молекул и их фрагментов реализуется в веществе, находящемся в **конденсированном состоянии**.

Из-за отсутствия возможности свободного передвижения в пространстве, молекулы вещества в жидкостях, приобретая привносимую извне энергию, преимущественно конвертируют ее в колебательно-вращательный характер движения. В качестве примера можно привести молекулу **Br<sub>2</sub>**, для возбуждения колебаний ядер в которой требуется минимальная энергия: всего  $0,04\text{ эВ}$  ( $465\text{K}$ ), и уже при комнатной температуре доля колебательно-возбужденных молекул **Br<sub>2</sub>** составит примерно  $20\%$ .

Еще большее ограничение свободного передвижения структурных элементов в пространстве и, как следствие, преимущественное их колебательное движение в результате приобретенной энергии, наличествует у веществ кристаллической природы в твердом состоянии.

В литературе процесс обмена кинетической энергией между находящимися в непрерывном движении атомами и молекулами часто представляют в виде их непосредственного столкновения без участия каких-либо посредников. Следует,

однако, иметь в виду, что **энергообмен** при взаимодействии атомов и молекул путем **соударения** (без участия среды-посредника) может иметь место только тогда, когда ими полностью преодолеваются силы **борновского отталкивания** и когда их собственные размеры превышают расстояния в точке соприкосновения (контакта) [139].

Примерами такого энергообмена в **макром мире**, к которому может быть применен термин «соударение» (контактное взаимодействие) являются механическое столкновение бильярдных шаров, аварийные ситуации на транспорте и т.п.

В случае масштабной иерархии материи, относящейся к **микром иру**, расстояния, разделяющие его структурные фрагменты – молекулы и атомы (длина связи), независимо от агрегатного состояния вещества, превышают, либо соизмеримы с их собственными размерами.

Так, размер атома водорода равен  $1,2 \cdot 10^{-10}$  м, а расстояние между атомами водорода в молекуле  $H_2$  составляет  $2,3 \cdot 10^{-10}$  м.

Размер атома углерода равен  $1,4 \cdot 10^{-10}$  м, а длина углерод-углеродной связи и связи атомов в различных функциональных группах органических молекул составляет в среднем от  $1 \cdot 10^{-10}$  м до  $2 \cdot 10^{-10}$  м [140].

Так как физико-химические процессы, сопровождающиеся преодолением энергетического барьера связи атомов в молекулярных и надмолекулярных структурах вещества в различных агрегатных состояниях протекают с поглощением энергии в диапазоне  $\sim 0,3 \div 10$  эВ, то кинетической энергии поступательного движения частиц ( $E_{\text{п}} < 0,1$  эВ) недостаточно для преодоления обозначенного барьера, и по этой причине передача энергии столкновением в прямом смысле маловероятна, и, скорее всего, невозможна. При этом обмен кинетической энергией между частицами (в отсутствии их соударений) реализуется путем взаимодействия волновых процессов в сформированном таким образом **энергоинформационном поле**, т.е. имеет место **энергоинформационное взаимодействие**.

Для раскрытия природы энергоинформационного физико-химического взаимодействия вещественной материи на атомно-молекулярном уровне, приведем следующее определение. Поступательное движение атомов и молекул вещества, в следствие относительно низкой энергии, в сравнении с энергией колебательного движения, не привносит существенный вклад в возникновение активированного состояния вещества, а также не участвует в формировании волновой структуры энергоинформационного поля, определяющей наблюдаемые физико-химические процессы, протекающие в материальной среде. Иными словами, наиболее вероятно, что активация химически превращаемых молекул происходит исклю-

чительно по **осцилляционному** механизму, при распространении параметров колебательных процессов в реакционном пространстве посредством энерго-информационного поля.

Постараемся продемонстрировать справедливость этой вероятности на примере бимолекулярного химического взаимодействия, рассматриваемого в теории активного столкновения (ТАС).

Теория активных столкновений (ТАС) основана на молекулярной теории газов, согласно которой в газовой фазе существует определенное распределение частиц по скоростям (распределение Максвелла) и энергиям (распределение Больцмана) [141].

Согласно основным предпосылкам ТАС для того чтобы произошла химическая реакция, молекулы реагентов должны [142]:

- 1) *прийти к столкновению;*
- 2) *обладать достаточной энергией - энергией активации;*
- 3) *иметь благоприятную ориентацию для беспрепятственного взаимодействия друг с другом.*

Общеизвестным является факт, что образованию новых межатомных связей у продуктов реакции предшествует разрыв связей в молекулах исходных реагентов. Это положение в равной степени распространяется как на протекание экзотермических, так и эндотермических реакций. Экзотермический эффект реакций объясняют более прочными межатомными связями у продуктов по сравнению с таковыми у реагентов. Эндотермический – менее прочными связями в образовавшихся продуктах реакции.

Всё логично: реакция преимущественно идёт в таком направлении, чтобы результирующая конфигурация оказывалась в более сильном связанном состоянии, чем исходная.

Но исходная конфигурация не может самопроизвольно «скатиться» в более глубокую потенциальную яму. Исходные молекулы имеют собственный запас устойчивости – скажем, в несколько  $eV$  – и этот запас устойчивости определяет высоту энергетического барьера, который необходимо преодолеть молекулам реагентов, чтобы могло произойти химическое превращение.

Полагают, что молекулы реагентов попадают на вершину этого энергетического барьера, приобретая т.н. **энергию активации**.

В соответствии с положением ТАС, принято считать, что для **бимолекулярных** реакций в газовой фазе, энергия активации приобретается в результате столкновений молекул, скорости которых соответствуют высокоскоростному «хвосту» Максвелл-Больцмановского распределения.

При таком столкновении, **якобы**, временно формируется т.н. активированный комплекс, представляющий собой конгломерат «вмазанных» друг в друга молекул реагентов – и этот комплекс скатывается в более связанное состояние, т.е. химические связи переформируются, после чего продукты реакции разлетаются. Подобная модель, однако, нуждается в уточнении, а именно: в следствии каких причин образующийся в результате «столкновения» активированных молекул активированный комплекс приобретает максимальное значение потенциальной энергии на диаграмме бимолекулярного превращения?

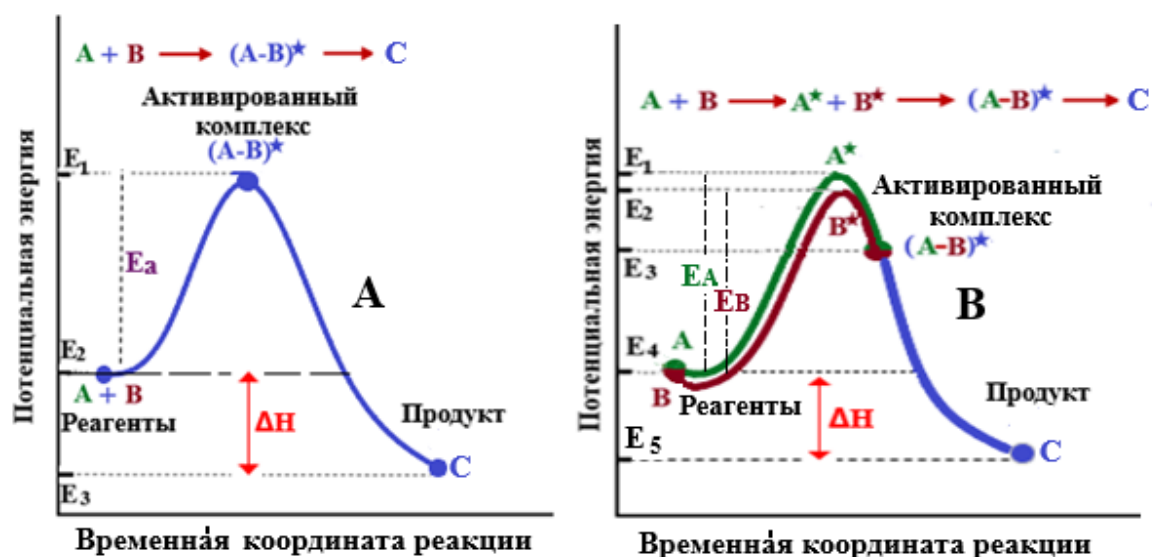


Рис. IV.2. Диаграммы бимолекулярного превращения исходных реагентов **A** и **B** в продукт **C**.

Действительно, присмотримся к диаграмме **бимолекулярного** превращения исходных веществ **A** и **B** в продукт **C**, протекающего с образованием активированного переходного состояния  $(A-B)^*$ :  $A+B \rightarrow (A-B)^* \rightarrow C$ , которая часто приводится в учебной и научной литературе по химической кинетике (рис. IV.2. А.).

При этом полагается, что молекулы **A** и **B** имеют различную химическую природу, т.е. различаются энергией подлежащих разрыву определенных межатомных связей в ходе химической реакции. Здесь  $E_1$  – энергия, необходимая для преодоления устойчивости превращаемых молекул **A** и **B**, т.е. равная **энергии разрыва соответствующих межатомных связей**.  $E_2$  – усредненная кинетическая энергия сочетающихся различные формы движения в пространстве исходных молекул **A** и **B**, при том значении температуры, когда еще сохраняется их практическая стабильность.  $E_3$  – усредненная кинетическая энергия различных форм движения молекул продукта реакции (**C**). По определению  $E_2 < E_1$ . Поэтому реакция самопроизвольно вовсе не протекает, или протекает с исчезающе малой ско-

ростью, и чем больше разница между величинами  $E_2$  и  $E_1$ , тем меньше вероятность превращения молекул **A** и **B** без привлечения дополнительной энергии внешних источников.  $\Delta H = E_2 - E_3$  – тепловой эффект реакции.

Таким образом, в соответствии с рис. IV.2. А, для того, чтобы достичь величины **энергетического барьера**  $E_1$ , и возможности образования переходного состояния (**активированного комплекса**), молекулам необходимо приобрести дополнительную энергию, т.н. энергию активации,  $E_a = E_1 - E_2$ .

В теории активных соударений, однако, считается, что потенциальная энергия образовавшегося в результате **соударения** совершающих поступательное движение молекул **A** и **B** переходного состояния, активированного комплекса (**A-B**)\*, выше, нежели энергия соударяющихся молекул (см. рис. IV.2. А).

Причем это соударение по физической сущности должно быть **неупругим**, так как конфигурация образуемого переходного состояния является своеобразным «слиянием» сталкивающихся молекул.

Здесь уместен вопрос: насколько велика вероятность преодоления энергетического барьера за счет предполагаемых «соударений» молекул, даже, как это следует из распределения по некоторому континууму энергии Максвелла-Больцмана, обладающих избыточной, по отношению к «остальным» молекулам энергией поступательного движения?

Действительно, опыт показывает, что скорости реакции могут быть самыми разными. Например, реакция между водородом и парами йода в условиях комнатной температуры практически не идет, и даже при температуре 200 °С она проходит наполовину лишь за 12 лет.

Отсюда в теории активных столкновений делается вывод, что лишь ничтожная доля столкновений молекул приводит к химической реакции, тогда как подавляющее большинство столкновений оказывается «холостыми».

В этом заключалась первая трудность при создании теории, которая позволяла бы рассчитывать скорости химических реакций на основании молекулярно-кинетической теории газов.

Если в данный момент времени «пересчитать» молекулы, обладающие определенными скоростями (такой подсчет сделал Максвелл), то окажется, что значительная часть молекул действительно имеет скорость, близкую к средней.

В то же время часть молекул будет обладать скоростью меньше средней (среди них можно найти и такие, которые практически «стоят на месте» – правда, их число будет незначительным), а часть молекул будут двигаться со скоростями больше средней. Чем сильнее скорость молекул отличается от средней, тем меньше их количество.



Вот как, например, распределяются по скоростям молекулы кислорода и азота в воздухе при обычных условиях [143]:

- менее 100 м/с (1%)
- от 100 до 300 м/с (25%)
- от 300 до 500 м/с (42%)
- от 500 до 700 м/с (24%)
- от 700 до 900 м/с (7%)
- более 900 м/с (1%)

Как уже упоминалось, для того, чтобы произошла химическая реакция, необходимо разорвать или сильно ослабить химические связи в молекулах реагентов, для чего необходимо затратить соответствующую энергию.

В случае экзотермических реакций эту энергию можно почерпнуть из кинетической энергии взаимодействующих молекул, однако, если молекулы движутся со скоростями, близкими к среднестатистической скорости, их кинетической энергии обычно не достаточно для протекания реакции.

Действительно, если прочная одинарная связь – в молекуле водорода  $H_2$  составляет 436,2 кДж /моль, а кинетическая энергия молекул, соответствующая их средней скорости, измеряется единицами кДж/моль, то вряд ли энергии поступательного движения молекул будет достаточно, чтобы при столкновении разрушить прочные межатомные связи.

Вторая трудность заключалась в том, что с повышением температуры число столкновений между молекулами увеличивается незначительно.

Так, повышение температуры от 20° (293 К) до 30 °С (303 К) увеличивает среднюю скорость движения молекул всего лишь в 1,017 раза, т. е. меньше, чем на 2%. В то же время скорость химических реакций, как правило, сильно зависит от температуры и может, например, увеличиться в несколько раз при повышении температуры всего на 10°С.

Интересно подсчитать, насколько же скорость (или энергия) сталкивающихся молекул должна превышать среднюю, чтобы реакция пошла с измеримой интенсивностью.

Если по условиям поставленной задачи, энергия столкновения достигала бы, например, 200 кДж /моль (такую энергию активации приблизительно имеет экзотермическая реакция отрыва атома кислорода от молекулы  $O_2$  молекулой СО). Будем для простоты считать, что молекулы движутся навстречу друг другу по одной прямой (если молекулы движутся под углом и удар происходит не фронтально, то их энергии и скорости должны быть не соизмеримо выше, чтобы реакция состоялась).

Массы молекул CO и O<sub>2</sub> близки (в среднем  $M = 30$  г/моль), поэтому близки и средние скорости. При комнатной температуре (около 300 К) средняя скорость этих молекул  $u \approx 500$  м/с.

В случае фронтального столкновения молекул с одинаковой скоростью движения каждой из них достаточно достичь половину энергии активации  $E_a$ , чтобы реакция прошла. Такой энергии при  $M = 30$  г/моль соответствует скорость встречного движения молекул:  $u \approx 1800$  м/с.

Вот с какой огромной скоростью, которая в 3,6 раза превышает среднюю при комнатной температуре, должны двигаться навстречу друг другу молекулы CO и O<sub>2</sub>, чтобы удар оказался результативным. Поскольку энергия молекул пропорциональна квадрату их скорости, энергия активации для рассмотренного случая будет уже в 12 раз больше средней энергии молекул при 20 °С.

В результате, при меньших значениях скоростей и энергий «сталкивающихся» молекул, упомянутая реакция вообще не будет иметь места.

Таким образом, энергия активации большинства химических реакций значительно превышает среднюю кинетическую энергию молекул, которая при комнатной температуре составляет всего лишь около 4 кДж/моль и даже при температуре 1000°С не достигает и 10 кДж /моль.

Возникает вопрос, откуда берут энергию молекулы, чтобы вступить в реакцию, и что это за энергия?

Некоторые химические реакции берут энергию из внешних источников (воздействие света, радиации и т.п.). Считается, что если таким источником является только теплота, то запастись энергией, необходимую для преодоления энергетического барьера (энергия активации) молекулы могут единственным способом – **сталкиваясь с другими молекулами.**

Это положение, вытекающее из теории активных соударений, по нашему мнению нуждается в корректировке, так как энергия молекул после ударного взаимодействия, в следствии закона сохранения импульса и механической энергии, не может возрастать.

В теории же активных соударений утверждается обратное, а именно, что столкновения атомов, молекул и элементарных частиц подчиняющиеся законам **абсолютно упругого удара**, приводят к возрастанию их энергии.

Приведем простой пример абсолютно упругого столкновения, в качестве которого может быть рассмотрен **центральный удар** двух бильярдных шаров, когда один из них до столкновения находился в состоянии покоя (рис.IV.3.).

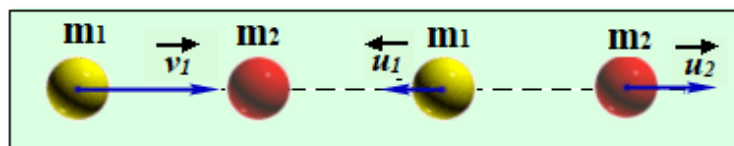


Рис. IV.3. Иллюстрация абсолютно упругого соударения.

В момент удара незначительное время тела двигаются с общей скоростью, затем они разлетаются и продолжают двигаться с разными скоростями.

В общем случае массы  $m_1$  и  $m_2$  соударяющихся шаров могут быть неодинаковыми. Тогда, по закону сохранения механической энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} \quad (\text{IV.1.})$$

Здесь  $v_1$ —скорость первого шара до столкновения, скорость второго шара  $v_2=0$ ,  $u_1$  и  $u_2$ — скорости шаров после столкновения. Закон сохранения импульса для проекций скоростей на координатную ось, направленную по скорости движения первого шара до удара, записывается в виде:

$$m_1 v_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \quad (\text{IV.2.})$$

Из приведенных формул видно, что при абсолютно упругом соударении сумма скоростей до и после соударения одинакова при любом варианте соударения тел.

Поскольку массы тел в результате столкновения также не изменяются, то и полная энергия до и после соударения остается неизменной. После столкновения тела приобретают свою первоначальную форму, и возникающие в момент соударения деформации исчезают.

Таким образом, весьма сомнительно, что в результате чередования столкновений взаимодействующих молекул по механизму упругого удара, может существенным образом произойти их активация.

Рассмотрим теперь случай неупругого столкновения молекул и возможность, при этом, их взаимной активации. Допустим, что молекулы **A** и **B** обладающие массами  $m_1$  и  $m_2$  совершают поступательное движение навстречу друг с другом со скоростями  $\bar{u}_1$  и  $\bar{u}_2$  и испытывают в конечном итоге **абсолютно неупругий удар** (рис. IV.4):

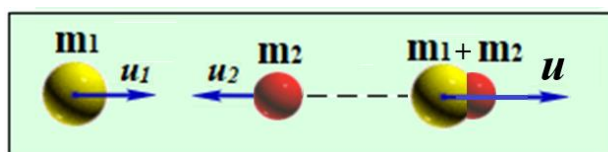


Рис. IV.4. Иллюстрация абсолютно неупругого соударения.

Тогда, по закону сохранения импульса:

$$m_1\bar{u}_1 + m_2\bar{u}_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \quad (\text{IV.3.})$$

Отсюда можно выразить скорость двух сомкнувшихся молекул ( $u$ ), продолжающих движение после неупругого соударения, как единое целое:

$$u = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{(m_1 + m_2)} \quad (\text{IV.4.})$$

Следует отметить, что скорости движения молекул до и после взаимодействия не являются аддитивными величинами (не суммируются), поэтому **результующая скорость** сомкнувшихся в активированный комплекс (**A-B**)\* молекул (в следствии того же закона сохранения импульса и механической энергии), должна быть **меньше** отдельно взятых скоростей движения молекул **A** и **B** на величину, определяемую разностью массы активированного комплекса и массами порознь взятых исходных молекул.

Совокупная кинетическая энергия до и после столкновения будет определена следующими уравнениями:

$$E_{k1} = \frac{m_1u_1^2}{2} + \frac{m_2u_2^2}{2} \quad \text{и} \quad E_{k2} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot u^2}{2} \quad (\text{IV.5.})$$

Тогда, после соответствующих преобразований, учитывая, что разность между кинетической энергией молекул до и после столкновения будет соответствовать энергии, затраченной на «деформацию» молекул в активированном комплексе, последняя может быть представлена, как:

$$E_{k1} - E_{k2} = \frac{1}{2} \mu u^2 \quad (\text{IV.6.})$$

где:  $\mu = m_1 \cdot m_2 / m_1 + m_2$  – приведенная масса молекул.

Из рассматриваемых выражений видно, что при абсолютно неупругом столкновении двух молекул, (а именно такой характер «столкновений» наиболее вероятен при бимолекулярных реакциях, обсуждаемых в теории активных соударений), происходит **потеря, а не приобретение** кинетической энергии макроскопического движения молекул. Эта потеря равна половине произведения приведенной массы на квадрат относительной скорости.

Следовательно, приобретение дополнительной энергии превращаемыми молекулами за счет «столкновений», является **весьма сомнительным**.

Эта «потеря» энергии, разумеется, может быть компенсирована в зоне реакции путем энергетического обмена со средой, находящейся при более высокой температуре, а также путем внешнего воздействия физических полей и т.п. При этом разница между значениями  $E_2$  и  $E_1$  должна уменьшаться, вплоть до  $E_2 \approx E_1$ .

Следовательно, помимо незначительного увеличения скорости поступательного движения молекул и их кинетической энергии, достигаемого соответственно, с ростом температуры, вполне вероятен еще один дополнительный источник их активации.

Коснемся этого вопроса подробнее.

Вернемся к рассмотрению предлагаемой нами диаграммы бимолекулярного превращения исходных реагентов **A** и **B** в продукт **C**, приведенной на рис. IV.2.В.

Данная диаграмма иллюстрирует одновременную **автономную** активацию исходных молекул, **A** и **B** за счет внешнего энергетического воздействия, с образованием активированных молекул **A\*** и **B\***, способных при сближении, трансформироваться в активированный комплекс **(A-B)\***, энергетический потенциал которого, согласно уравнению (IV.6.) ниже, чем потенциалы активированных молекул **A\*** и **B\*** на величину, пропорциональную  $\frac{1}{2}\mu u^2$ .

Активация каждой из исходных молекул **A** и **B** до образования активированного комплекса, при этом, может происходить независимо, по осцилляционному механизму, характерному для мономолекулярных реакций [144]:

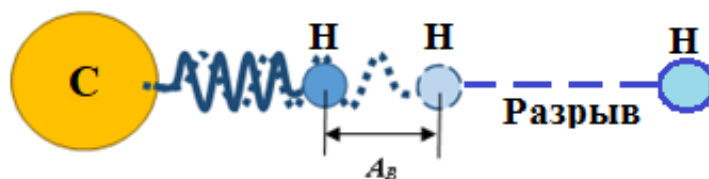


Рис. IV.5. Иллюстрация разрыва C–H связи в молекуле этана в результате увеличения смещения (амплитуды колебания)

Совокупность возвратно-поступательных, а также вращательных движений и колебаний, происходящих в веществе и их интенсивность (скорость) определяет величину совокупного (обобщенного) амплитудно-частотного потенциала:

$$\Sigma\Psi = \Sigma A_i \cdot \nu_i, \quad (\text{IV.7.})$$

который, не превышая определенных величин (квалифицируемых как энергия связи), внешне проявляется в виде различной степени **нагретости** реакционной среды и, как это вытекает из уравнения (IV.6.), может быть определен путем измерения температуры:

$$E = \frac{mu^2}{2} = \frac{3}{2}kT \quad (\text{IV.8.})$$

Здесь  $k = 1,380\ 649 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – константа Больцмана..

Если же мы достигаем в результате энергообмена величины амплитудно-частотного потенциала, соответствующего энергии колебательного движения (**осцилляции**) равной или превышающей энергию связи структурных фрагмен-

тов в молекулах вещества, то будет иметь место разрыв связи и последующее химическое превращение.

Иными словами, разрыв межатомных связей в молекулах (**их активация**) наступает тогда, когда энергия **колебательного** движения фрагментов молекул и, соответствующий амплитудно-частотный потенциал ( $\Psi = A_i \cdot v_i$ ), достигают такой предельной величины смещения ( $A_i$ ), когда на определенной, фиксированной частоте колебаний ( $v_i$ ) наступает, так называемая «**точка не возврата**». Т.е. «отрывающийся» фрагмент молекулы (атом, ион, радикал, и т.п.) с массой  $m$ , приобретает такой величины импульс движения ( $P = m \cdot u$ ), при котором сила, удерживающая этот фрагмент в прежней структуре молекулы (энергия связи) не достаточна для его торможения и возвращения в исходное положение.

Величина обозначенного импульса и соответствующая энергия активированных молекул или их фрагментов, еще не объединившихся в комплекс, будут несомненно большими, чем аналогичные параметры самого комплекса.

По этой причине, расположение активированного комплекса (**A-B**)\*, на диаграмме бимолекулярной реакции (IV.2.B) будет соответствовать меньшей величине потенциальной энергии, в сравнении с потенциальной энергией активированных молекул **A\*** и **B\***.

Следовательно, приведенная диаграмма (IV.2.B) бимолекулярного превращения исходных реагентов **A** и **B** в продукт **C**, по нашему мнению, будет более достоверна, чем приводимая в официальных, общепризнанных источниках диаграмма (IV.2.A).

Как уже было отмечено, характеристикой каждого из сложной совокупности колебательных движений, присущих молекулярным ассоциатам, отдельным молекулам и атомам является **амплитудно-частотный потенциал** ( $\Psi_{\text{кол}}$ ):

$$\Psi_{\text{кол}} = A \cdot v \quad (\text{IV.9.})$$

где:  $A$ —амплитуда (Å, нанометр);  $v$  – частота колебаний (Гц, 1/сек).

Этот потенциал есть ни что иное, как скорость колебательного движения микрочастиц:  $V = \Psi_{\text{кол}} = A \cdot v$ , пропорциональная поглощенной энергии:

$$V \approx \sqrt{\frac{2E}{m}}. \quad (\text{IV.10.})$$

Колебательному движению каждого из обозначенных объектов, эквивалентно, соответствует **амплитудно-частотный потенциал** формирующихся и распространяющихся в пространстве-посреднике волн, величина которого пропорциональна массе и скорости колебательного перемещения структурных фрагментов вещества в пространстве.

Так как вращательное движение атомов, молекул или их структурных фрагментов характеризуется угловой ( $\omega=2\pi\nu$ ) и линейной ( $V=2\pi R\nu$ ) скоростью, тогда амплитудно-частотный потенциал вращательного движения может быть представлен как:

$$\Psi_{вр} = \omega \cdot R \quad (IV. 11.)$$

Здесь:  $\omega$  – угловая частота вращения, величина обратно пропорциональная периоду ( $1/c$ );  $R$  -радиус вращения центра массы частицы вокруг оси.

Исходя из изложенного, можно заключить, что наиболее вероятным источником активации взаимодействующих молекул вещества по осцилляционному механизму является привносимое извне энергетическое воздействие на реакционную систему, распространяемое в реакционном объеме посредством энергоинформационного поля.

Сами термины **энергоинформационное поле** и **энергоинформационное взаимодействие** характеризуют составную сущность этих понятий, а именно, наличие энергетической и информационной составляющей.

Следовательно, общая характеристика энергоинформационного взаимодействия может быть представлена в виде обобщенного потенциала ( $\Theta$ ), который, по аналогии с известным в химической кинетике уравнением Марса – Ван-Кревелена [145], являясь функцией двух переменных, следующим образом зависит от **интегральной интенсивности** (плотности) электромагнитного излучения энергоинформационного поля  $I$ , ( $Вт/м^2$  или  $Вт/м^3$ ), генерируемого колебательно-вращательным движением взаимодействующих атомов (молекул), и эффективности использования **информационной** составляющей поля  $\Omega$ , ( $бит/см^3 \cdot c$ , или  $бит/г \cdot c$ ):

$$\Theta = f\left(\frac{I \cdot \Omega}{I + \Omega}\right) \quad (IV. 12.)$$

Структура уравнения (IV. 12) позволяет прийти к заключению, что если в энергоинформационном поле, образующемся при протекании тех или иных процессов физико-химической трансформации вещества, преобладает энергетическая составляющая ( $I$ ), то обобщенный энергоинформационный потенциал ( $\Theta$ ) становится зависимым от информационной составляющей ( $\Omega$ ).

Если же в энергоинформационном поле будет доминировать информационная составляющая, то потенциал ( $\Theta$ ) будет пропорционален энергетической составляющей.

Полагаем, что взаимосвязь информационной ( $\Omega$ ) и энергетической ( $I$ ) составляющей энергоинформационного поля имеет вид:

$$I = e^{-\Omega} \quad (\text{IV. 13.})$$

Из зависимости IV.13 следует, что при высоком уровне информации о структурных особенностях взаимодействующей системы, ее распространение в энергоинформационном поле, ограничивающем эту систему требует минимальной энергии. Если же взаимодействие сопровождается относительно высоким значением энергетического потенциала, то уровень структурной информации – минимальный.

На рисунке (IV.6) приведена графическая иллюстрация предполагаемой взаимосвязи энергетической и информационной составляющей энергоинформационного поля при реализации различающихся по энергетике и информационной емкости физико-химических процессов.

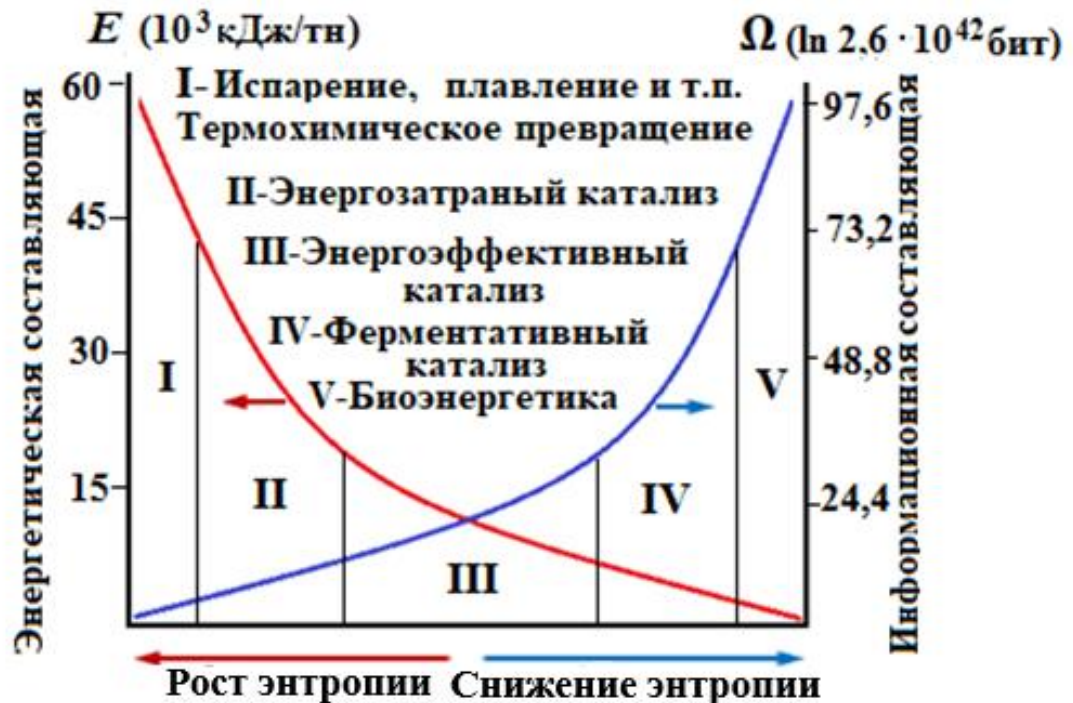


Рис. IV.6. Графическая иллюстрация параметров энергоинформационного поля, генерируемого в различных физико-химических процессах.

Численные значения оси ординат ( $\Omega$ ), при их градуировке, определялись с учетом т.н. **предела Бекенштейна** – верхнего предела количества информации ( $\Omega$ ), имеющей конечное количество энергии ( $E$ ), которое может содержаться в заданной ограниченной области пространства [146]:

$$\Omega \leq \frac{2\pi RE}{\hbar c \ln 2} \quad (\text{IV.14.})$$



Здесь,  $\Omega$  – количество информации, выраженное как число битов, содержащихся в сфере соответствующего радиуса ( $R$ );  $\hbar = 1,054571817 \times 10^{-34}$  – приведенная постоянная Планка (Дж·с);  $c$  – скорость света.

Множитель  $\ln 2$  происходит от определения количества информации как логарифма по основанию 2 (двоичная система исчислений).

Используя концепцию эквивалентности массы и энергии [147], информационный предел может быть переформулирован как:

$$\Omega \leq \frac{2\pi c R m}{\hbar \ln 2} \approx 2,577 \cdot 10^{43} (\text{бит}) \cdot m R \quad (\text{IV. 15.})$$

где  $m$  — масса обладающей определенным объемом информации системы сферической формы в килограммах, а ее радиус  $R$  выражен в метрах.

Положим, что человеческий мозг являясь системой, характеризующейся максимально сконцентрированным объемом информации, обладает массой  $\sim 1,5$  кг и объемом сферы, радиусом  $\sim 0,07$  м.

Предел Бекенштейна для количества содержащейся информации в таком случае составит около  $2,6 \cdot 10^{42}$  бит.

Напомним, что **бит** (кусочек, частица) – это базовая единица измерения количества информации, равная ее количеству, содержащемуся в опыте, имеющем два равновероятных исхода. 1 бит информации – символ или сигнал, который может принимать два значения: включено или выключено, да или нет, высокий или низкий, заряженный или незаряженный; в двоичной системе исчисления это 1 (единица) или 0 (ноль).

Это минимальное количество информации, которое необходимо для ликвидации минимальной неопределенности.

С позиций термодинамики, предел Бекенштейна означает верхний предел энтропии ( $S$ ), или количества информации ( $\Omega$ ), которые могут содержаться в заданной ограниченной области пространства, имеющей конечное количество энергии; либо, с другой стороны, максимальное количество информации, необходимое для идеального описания заданной физической системы вплоть до уровня ее элементарных составляющих.

Это подразумевает, что информация о физической системе, или информация, необходимая для идеального описания системы, должна быть конечной, если система занимает конечное пространство и имеет конечную энергию.

Следовательно, имеет место максимум скорости обработки информации для физической системы, которая имеет конечные размеры и конечную энергию.

Градуировка оси ординат ( $E$ ) – энергоемкость технологических процессов проводилась с учетом энергетических показателей различных процессов химического производства, приводимых в [148]. Являясь посредником при энергетическом обмене физически и химически взаимодействующих веществ и обладая определенной адресностью этого обмена, энергоинформационное поле условно может быть разграничено на область, в которой энергетический обмен протекает спонтанно, с минимальным уровнем информационной составляющей ( $\Omega$ ), но с максимальным использованием энергетического фактора ( $E$ ).

В качестве примеров такого взаимодействия можно привести процессы испарения, плавления, возгонки и т.п., а также, термической деструкции органических молекул – горение (область **I**). Энергетический фактор протекания этого класса процессов находится в диапазоне  $45 \div 60 \cdot 10^3$  кДж в расчете на тонну конечных продуктов. Информационная составляющая при этом минимальна и не превышает 1000 бит на тонну целевой продукции.

С возрастанием уровня информационной составляющей (направленности) при энергетическом обмене в реакционной системе также возрастает избирательная направленность превращений, протекающих, например, с участием катализаторов.

Так, к области (**II**) можно отнести каталитические высокотемпературные процессы пиролиза и крекинга углеводородов, – процессы так называемого **энергозатратного** катализа, в которых превращения протекают уже с определенной избирательностью, в частности, по низкомолекулярным олефинам, ароматическим соединениям и т.д.

В этой области протекания химических превращений уже возможно достичь снижение энергетического фактора затрат ( $E < 40 \div 45 \cdot 10^3$  кДж/тн), за счет возрастания роли информационной составляющей энергоинформационного поля  $\Omega$ , до  $\sim 5 \div 7 \cdot 10^{10}$  бит из расчета на тонну целевой продукции.

**III** – область, так называемого **энергоэффективного** гетерогенного и гомогенного катализа является наиболее распространенной и охватывает большинство реакций парциального окисления, восстановления, олигомеризации, полимеризации, изомеризации углеводородов, алкилирования и др., протекающих с высокой избирательностью при относительно низком потреблении привносимой извне энергии (энергетический фактор  $E \approx 7 \div 15 \cdot 10^3$  кДж/тн, при значении информационной составляющей ( $\Omega$ )  $\approx 1 \div 2 \cdot 10^{13}$  (бит/тн)).

Поэтому, при разработке энергоэффективных химико-технологических процессов с использованием гетерогенных и гомогенных катализаторов, необходимо, чтобы при обмене энергией между внешними источниками, катализато-

рами и превращаемыми молекулами максимально использовалась информационная составляющая энергоинформационного поля.

**IV**– область – это область **ферментативных процессов**, протекающих как вне биологических организмов, в присутствии иммобилизованных ферментов, так и в составе функционирующих организмов.

Эта область охватывает многочисленные реакции, протекающие с высокой селективностью, при сравнительно меньшем потреблении привносимой извне энергии и высоким уровнем использования информационного фактора, известного, как структурная комплементарность активных центров ферментов и превращаемых субстратов.

Энергетический фактор ферментативных реакций по приводимой нами на рис. III.5. оценке составит  $\sim 2 \div 7 \cdot 10^3$  кДж/тн, а информационная составляющая обозначится в пределах  $2 \cdot 10^{13} \div 2 \cdot 10^{15}$  (бит/тн).

Ферментативные реакции протекают, например, по механизму кислотно-основного катализа, когда в активном центре фермента находятся группы специфических аминокислотных остатков, которые являются хорошими донорами или акцепторами протонов.

Такие группы представляют собой чрезвычайно производительные катализаторы многих органических реакций. Принято считать, что активные центры ферментов комплементарны переходному состоянию субстратов при превращении их в продукты. Благодаря этому стабилизируется переходное состояние и понижается активационный барьер реакции.

Весьма распространенным является также ковалентный ферментативный катализ – когда ферменты реагируют со своими субстратами, образуя при помощи ковалентных связей очень нестабильные фермент-субстратные комплексы.

При дальнейшей трансформации этих комплексов в ходе внутримолекулярных перестроек, собственно, и происходит образование продуктов реакции.

И, наконец, **V**– область параметров энергоинформационного поля, граничащая с областью ферментативных процессов может быть отнесена к таким распространенным мало энергозатратным физическим процессам, как кристаллизация, конденсация, а также к относительно малоизученной **биоэнергетической** сфере взаимодействия живых организмов и обмена информацией, протекающего с минимальными затратами привносимой извне энергии на единицу массы функционирующей информационной системы ( $E < 2 \cdot 10^3$  кДж/тн.), но с максимально эффективным проявлением информационного фактора ( $\Omega \approx 1 \div 2 \cdot 10^{35}$  (бит/тн)).

С точки зрения термодинамического подхода к перечисленным, а также близким по природе процессам, отнесенным к области (**I**), последние можно причислить к процессам, протекающим с возрастанием **энтропии**, как аддитивной функции состояния реакционной системы.

Согласно второму закону термодинамики, в зависимости от природы процессов, энтропия (**S**), имеющая размерность (ккал/град·моль или кДж/град·моль) следующим образом связана с теплотой (**Q**), поступающей в систему и температурой системы (**T**):

$$dS = \frac{\delta Q}{T} \quad (\text{IV. 16.})$$

$$dS > \frac{\delta Q}{T} \quad (\text{IV. 17.})$$

Приведенное уравнение (IV. 16.) справедливо для равновесных процессов, неравенство (IV.17.) характеризует неравновесные физико-химические процессы. Последнее неравенство, иногда, называют неравенством Клаузиуса.

Для химической реакции изменение энтропии в ходе превращения определяется разницей энтропии продуктов реакции и энтропии исходных реагентов, аналогично изменению энтальпии (**ΔH**):

$$\Delta S_{\text{РЕАК.}} = \Delta S_{\text{ПРОД}} - \Delta S_{\text{РЕАГ.}} \quad (\text{IV. 18.})$$

Рассматривая обобщенное понятие энтропии, с точки зрения статистического ее толкования, можно констатировать, что энтропия – мера **неупорядоченности** системы, которая возрастает с ростом температуры (рис. IV.7.):

Если в процессе при увеличении температуры происходят фазовые превращения, то в точках фазовых переходов первого рода (плавление, испарение и т.п.) имеет место скачкообразное **повышение** энтропии. Соответственно, в процессах конденсации и кристаллизации, протекающих в **не изолируемых системах**, в точках фазовых переходов происходит резкое **уменьшение** энтропии.

Следует, настоятельно, подчеркнуть, что процессы, сопровождаемые падением энтропии становятся возможными только при условии **снижения** свободной энергии Гиббса:

$$(d)G = (d)H - T(d)S \quad (\text{IV.19.}),$$

компенсированного падением внутренней энергии системы (**(d)H**), которое и является движущей силой процессов.

Учитывая данное обстоятельство, можно предположить, что с ростом упорядоченности (направленности) физико-химических процессов, последние должны характеризоваться относительным уменьшением энтропийного фактора.

Использование меры количества информации позволяет анализировать общие механизмы информационно-энтропийных взаимодействий, лежащих в основе всех самопроизвольно протекающих в окружающем мире процессов накопления информации, которые приводят к самоорганизации структуры систем.

Вместе с тем информационно-энтропийный анализ позволяет выявить и пробелы эволюционных концепций, представляющих собой не более чем несостоятельные попытки сведения к простым механизмам самоорганизации проблему происхождения жизни и биологических видов без учета того обстоятельства, что системы такого уровня сложности могут быть созданы лишь на основе той информации, которая изначально заложена в предшествующий их сотворению план.

По определению, **интенсивность** генерируемого электромагнитного излучения ( $I$ ) возрастает с увеличением амплитудно-частотных потенциалов возвратно-поступательного и вращательного движения молекул и атомов как участников взаимодействия (см. II главу, формулы II.1 и II.2) и пропорциональна приобретённой ими **кинетической** энергии (Дж).

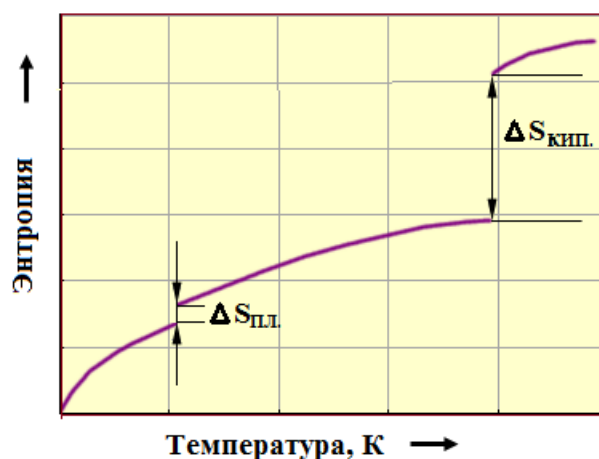


Рис.IV.7. Температурная зависимость энтропии условного физико-химического процесса, сопровождаемого фазовыми переходами первого рода.

На рис. IV.8. для наглядности, приведены примеры различающихся энергетикой и степенью организационной упорядоченности физико-химических энергоинформационных процессов. Как видно, соотношение энергии и информации определяет качественный уровень организации системы, а также степень ее эволюционного развития. Однако нашему непосредственному восприятию, к сожалению, доступна лишь часть энергоинформационных взаимодействий, в основном это системы с относительно высоким уровнем энергии.

При этом нельзя отрицать существование энергоинформационной материи более тонких порядков, где энергия ниже уровня, доступного нашему восприятию, хотя информативность этих систем высокая.

Видно, что при физико-химическом взаимодействии вещественных объектов материи, максимальным значением энергетической составляющей (интенсив-

ности электромагнитного излучения сопровождающего эти взаимодействия,  $I$ ), будут характеризоваться взрывные процессы, электрические искровые разряды в атмосфере, процессы горения и т.п.

В то время, как в процессах самосборки вещества, основанных на явлении **молекулярного узнавания**, а также всевозможных проявлениях контактного и бесконтактного информационного взаимодействия между высокоорганизованными существами будет доминировать информационная составляющая ( $\Omega$ ).

Эффективность проявления информационного фактора энергоинформационного взаимодействия ( $\Omega$ ), при энергетическом обмене между химически, либо физически взаимодействующими атомами и молекулами, по нашему мнению, должна определяться отношением совокупной энергии волновых процессов, избирательно поглощаемой упомянутыми частицами вещества на **резонансных частотах** их собственных колебаний к энергии волны расходуемой на хаотическое движение частиц, т.е. в теплоту.

Если активация фрагментов молекул происходит за счет резонансного поглощения энергии **колебательного** движения, тогда информационная составляющая может быть представлена как:

$$\Omega = \frac{2\pi \cdot \nu \cdot \sum_{i=1}^{i=n} W_r}{W_d} \quad (\text{IV.20.})$$

В случае же активации молекул за счет резонансного поглощения энергии **вращательного** движения, например, при активирующем воздействии на вещественную часть материи электромагнитного излучения СВЧ диапазона, то может иметь место следующая зависимость:

$$\Omega = \frac{\omega \cdot \sum_{i=1}^{i=n} W_r}{W_d} \quad (\text{IV.21.})$$

Здесь:  $\sum_{i=1}^{i=n} W_r$  – совокупная энергия, затрачиваемая на избирательное поглощение и активацию материальных частиц, на резонансных частотах их колебательного, либо вращательного движения, а также энергия, необходимая для совершения определенной природы физических процессов (например растворения, кристаллизации и т.п.);  $W_d$  – энергия поля, диссипирующая в теплоту;  $\nu$  – резонирующая частота колебательного движения активируемых межатомных связей в молекулах;  $\omega$  – резонирующая частота вращательного движения.

Возвращаясь к явлению информационного обмена между неодушевленными материальными объектами, в частности объектами неорганической природы, прежде всего необходимо ответить на следующий основной вопрос:



Рис. IV.8. Примеры физико-химических энергоинформационных процессов.



**фигурируют ли в данном случае те же коммуникационные факторы, что и при информационном обмене между высокоразвитыми одушевленными существами?**

Для утвердительного ответа на этот вопрос следует обратиться к физической сущности посылаемых и воспринимаемых информационных сигналов как природного, так и искусственного происхождения и раскрыть общность их механизма.

Известно, что вещественная материя представлена относящимися к разной масштабной иерархии структурными образованиями.

На рис. IV.9. изображены структурные модели вещества, относящиеся к разно-размерным атомным и молекулярным ассоциатам (**доменам**).

В данном случае под доменами понимаются имеющие дальний порядок химически однородные структурные единицы вещества, являющиеся составной частью еще более масштабных образований.

Каждая структурная единица, в свою очередь, состоит из фрагментов, относящихся к меньшему масштабному уровню, и входит в структуру большего геометрического размера.

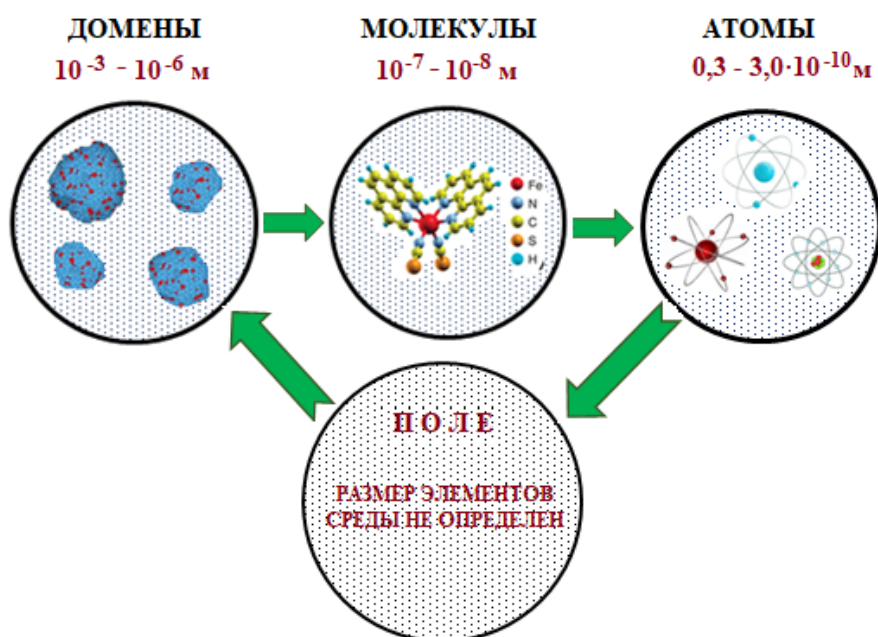


Рис. IV.9. Некоторые структурные единицы вещественной составляющей материальных систем, взаимодействующие с их полевым окружением.

Все наличествующие в вещественной части материи структурные образования разномасштабного уровня находятся во взаимодействии с полевым окру-



жением, также не лишенном **материального содержания**, но, вероятно, по метрическим характеристикам на несколько десятков порядков меньшего размерного масштаба нежели масштабные характеристики наблюдаемых нами объектов вещественной материальной среды.

Структуры разного масштабного уровня, в зависимости от наличия соответствующей степени свобод у составляющих их фрагментов, совершают поступательные, колебательные и вращательные движения в той или иной совокупности.

Среди множества происходящих в материальной системе колебательных процессов наиболее действенными, оказывающими влияние на ее энергетическое состояние являются: электронные колебания – переход электронов с одного энергетического уровня на другой – обуславливают поглощение электромагнитного излучения в ультрафиолетовой области, или, при наличии хромофорных групп, в видимой области оптического спектра.

Вращательные, деформационные, колебательные движения атомов и атомных групп в молекулах обуславливают поглощение в инфракрасной области.

Вращательные и прочие движения молекул обуславливают поглощение электромагнитных волн в диапазоне от сотен микрон до миллиметров и сантиметров. Параметры этих движений должны быть скоординированными, и, с точки зрения общего начала термодинамики в стационарном состоянии изолированная материальная система должна находиться в условиях **термодинамического равновесия**[149].

Наиболее вероятным механизмом подобной координации движений может быть широко распространенное в природе явление **синхронизации**[150].

Позволим себе остановиться на этом явлении более подробно.

Если мы имеем две слабо связанные автоколебательные системы, то можно сказать, что каждая из них осуществляет внешнее воздействие на другую.

Результатом этого воздействия часто оказывается возникновение в обеих системах **синхронного режима**. Это – эффект взаимной синхронизации связанных систем, примером которой может служить обнаруженная Х. Гюйгенсом синхронизация маятниковых часов [151].

Явление синхронизации в различных системах было описано после Гюйгенса многими исследователями. Так, например, уже несколько столетий известна синхронизация процессов, протекающих при взаимодействии в живых организмах.

В 1729 году Жан-Жак Дорту де Мэран сообщил о своих экспериментах с фасолью [152]. Он заметил, что её листья поднимаются и опускаются в соответствии со сменой дня и ночи. Поместив фасоль в тёмную комнату, он обнаружил,

что это движение продолжается и без изменения освещённости окружающей среды.

Теперь уже хорошо известно, что все биологические системы, от простейших до высокоорганизованных, имеют внутренние биологические часы, поддерживающие в системах так называемые циркадные ритмы (от «circa» = примерно и «dies» = день).

Установлено, что они могут подстраивать свои циркадные ритмы к внешним сигналам: если такая система полностью изолирована от окружающей среды, то её внутренний цикл может существенно отличаться от суточного.

Напомним, что синхронизация осциллирующих объектов возможна только тогда, когда между ними имеется **общая связь**. В случае с синхронизируемых часов этой связью были слабые вибрации, передаваемые через стену (общая опора) от одних часов к другим. При синхронизации амплитудно-частотных параметров (уравнения IV.9. и IV.11.) более широкого круга взаимодействующих объектов обязательно должна участвовать связующая их **материальная среда** в которой возможно распространение энергии определенным образом структурированных механических колебаний.

Роль такой среды, как вытекает из представленных выше материалов, очевидно, выполняет **энергоинформационное поле**.

С точки зрения современной физики, синхронизация представляет собой частный случай эффекта, называемого «захватом фазы» [153,154].

Существует два основных типа синхронизации колебаний: взаимный, при котором установившаяся частота колебаний системы отличается от собственных частот колебаний каждого из осцилляторов, и принудительный (или захватывание частоты), при котором частота одного из осцилляторов (называемого синхронизирующим) остаётся неизменной, а частота других подстраивается под неё. Для первого типа синхронизации характерно тесное взаимовлияние систем друг на друга, для второго же – одностороннее влияние синхронизирующего осциллятора на остальные осцилляторы и отсутствие обратной связи.

Когда два одинаковых осциллятора связаны друг с другом, есть две возможности их совместного движения: когда разность фаз их колебаний равна нулю (синхронизация) и когда разность фаз равна  $180^\circ$  (анти-синхронизация).

Если сеть связанных осцилляторов содержит больше двух осцилляторов, как это имеет место в реальных материальных средах, то число возможностей их синхронизации увеличивается. В живой природе также имеет место большое число связанных осцилляторов. И здесь обычно реализуется именно синхронный тип поведения организмов.

Так, синхронизация играет важнейшую роль в пространственно-временной организации одно- и многоклеточных организмов; синхронно происходит деление клеток на ранних стадиях эмбрионального развития животных, волокна сердечной мышцы также сокращаются синхронно, и т.д.

Когда на некоторую нелинейную диссипативную автоколебательную систему оказывается дополнительное внешнее периодическое воздействие с частотой, близкой к частоте колебаний автономной системы, то в определенном интервале частоты внешней силы колебания системы синхронизируются по частоте внешнего воздействия, причем полоса синхронизации тем шире, чем больше интенсивность осуществляемого воздействия. Этот эффект проявляется в радиотехнических и электронных устройствах, лазерах, в механических системах, в колебательных химических реакциях, в биологических объектах.

Обобщение разрозненных экспериментальных данных привело к пониманию того, что синхронизация – это весьма универсальное, фундаментальное физическое явление, состоящее в подстройке ритмов осциллирующих объектов за счет слабого взаимодействия между ними.

Таким образом мы приходим к очень важному выводу: в единой самосогласованной взаимодействующей вещественно-полевой волновой системе устанавливается иерархия частот, причем сумма всех парциальных частот есть интеграл общего движения. Это означает, что любое взаимодействие в волновой микро- и макроскопической иерархической системе носит **резонансный** характер, в результате чего устанавливаются самосогласованные движения различных подсистем. То есть, соответствующие парциальные движения **детерминированы**. И такая детерминированность возникает как следствие закона сохранения энергии.

Следовательно, поскольку условие резонанса в процессе взаимодействия парциальных частот возникает из фундаментального **закона сохранения энергии**, то наблюдаемые ритмы и синхронность многих природных явлений и есть отражение этого универсального свойства самоорганизации материальных систем. А принцип синхронизации Гюйгенса получает свое обоснование на микро- и макроуровне масштабной иерархии материи, как следствие закона сохранения энергии и реализующегося **резонансного** характера взаимодействия между совершающими периодические движения вещественными и полевыми составляющими материального мира.

В диссипативных динамических системах с нелинейной обратной связью поддерживающиеся за счёт энергии постоянного внешнего воздействия могут возникать незатухающие колебания (автоколебания).

Автоколебания могут иметь различную природу: механическую, тепловую, электромагнитную, химическую. Механизм возникновения и поддержания автоколебаний в разных системах может основываться на разных законах физики или химии. Автоколебания отличаются от вынужденных колебаний тем, что последние вызваны периодическим внешним воздействием и происходят с частотой этого воздействия, в то время как возникновение автоколебаний и их частота определяются внутренними свойствами самой автоколебательной системы. При этом частота становится почти равной резонансной.

Важным и нетривиальным примером автоколебательных процессов служат некоторые химические реакции, при протекании которых обнаружены колебания концентраций реагирующих веществ [155]. Автоколебательные системы могут генерировать не только регулярные, но и хаотические сигналы. Такой режим называется синхронизацией хаотических систем. Синхронизация хаотических колебаний объединяет под собой несколько различных видов: обобщённая, полная, противофазная, с запаздыванием, частотная, фазовая, синхронизация временных масштабов [156,157]. Тем не менее, продолжают активные исследования, направленные, с одной стороны – на рассмотрение разных видов синхронизации с единых позиций, а с другой – на поиск новых видов синхронного поведения, не укладывающихся в означенные выше. Изучение данного явления является весьма важным также с точки зрения его применения к передачи информации.

Завершая данный раздел работы попытаемся дать утвердительный ответ на поставленный нами ранее вопрос о **единстве механизма** энергоинформационного обмена между объектами неодушевленной и одушевленной вещественной материи, заключающегося в **резонансном** взаимодействии волновых процессов генерируемых и поглощаемых соответствующими объектами при их осцилляции в **акустическом и электромагнитном** полях. Иными словами, в природе не существует каких-либо специфических средств информационного обмена между объектами неорганического, органического происхождения, а также одушевленными и неодушевленными предметами, которые не относились бы к известным науке физико-химическим явлениям и взаимодействиям, отражающим материальную действительность Мироздания.

Итогом этого взаимодействия является **амплитудно-частотная синхронизация** движений вещественной составляющей материальных систем, приводящая к снижению кинетической энергии движения и повышающая их внутреннюю структурную устойчивость.

## V ГЛАВА

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И КАТАЛИЗ

В истории химической науки катализ занимает исключительное место. Явление катализа было эмпирически использовано еще в древних технологиях, которые освоил человек и которое в настоящее время определяет выработку более 80% всей химической продукции и около 20% внутреннего валового продукта в экономически развитых странах. Между тем, несмотря на почти 200-летнюю историю катализа как самостоятельного раздела науки, до сих пор не существует теории каталитического действия, которая могла бы предсказывать каталитические свойства веществ и теоретически рассчитывать скорости каталитических реакций.

Изначально явление катализа химического превращения вещества в рамках общепринятого подхода имело различные толкования и уровни объяснений. Причём, в качестве объяснений принимались даже такие примитивные определения, типа **"катализаторы химических реакций – это вещества, ускоряющие реакцию"**.

В качестве краткого экскурса в историю каталитической химии, уместно будет привести высказывания видных деятелей-химиков о катализе:

**Йенс Берцелиус**, шведский химик и минералог, автор термина «органическая химия» (1837г) [158]:

«Известные вещества оказывают при соприкосновении с другими веществами такое влияние на последние, что возникает химическое действие. одни вещества разрушаются, другие образуются вновь без того, чтобы тело, присутствие которого вызывает эти превращения, принимало в них какое-либо участие. Мы называем причину, вызывающую эти явления, каталитической силой».

**Майкл Фарадей**, английский физик-экспериментатор и химик, основоположник учения о электромагнитном поле (1840г) [159]:

«Каталитические явления можно объяснить известными свойствами материи, не снабжая ее при этом никакой новой силой».

**Вильгельм Оствальд**, российский и немецкий химик и философ, лауреат Нобелевской премии по химии (1909г) [160]:

«Катализаторы ускоряют реакции, не вызывая изменения в соотношении энергий взаимодействующих веществ. Катализатор образует с исходным веществом промежуточное соединение, которое распадается на конечные продукты реакции. Кроме того, поскольку молекулы катализатора используются снова и снова, для ускорения реакции большого количества веществ достаточно небольшого количества катализатора».

**Владимир Николаевич Ипатьев**, российско-американский химик, академик Санкт Петербургской академии наук, член Национальной академии наук США (1895г) [161]:

«С самого начала изучения каталитических реакций, я, вразрез со взглядами выдающихся физико-химиков, старался искать химизм в явлениях катализа и искать причину каталитических реакций в химической функции катализатора.

Объяснять каталитические свойства того или иного вещества следует при помощи присущих ему химических свойств».

**Хью Скотт Тейлор**, английский физико-химик, член Лондонского королевского общества (1925г.) [162]:

«Активными центрами катализатора являются поверхностные атомы кристаллической решетки, находящиеся выше среднего уровня поверхности. Такие “пики” обладают свободными валентностями и способны к образованию реакционноспособных промежуточных соединений. Так как адсорбция реагирующих молекул является обычно активированной, то следует полагать, что при взаимодействии адсорбционного центра с молекулой субстрата образуется поверхностное соединение хемосорбционного типа. Отсюда следует вывод о том, что каталитически активными будут только те адсорбционные центры или их совокупность, которые способны образовывать с адсорбирующимся веществом активное промежуточное поверхностное соединение. Существенным фактором, определяющим возможность образования такого соединения, является характер поверхности».

**Иван Евграфович Адауров**, советский ученый-химик (1928г) [163]:

«Суть катализа сводится к тому, что экспоненциальный сомножитель в уравнении Аррениуса, обязанный своим происхождением функции равновесного распределения энергии Максвелла - Больцмана, не соответствует таковому в присутствии катализатора, который передает дополнительную энергию к реагентам путем излучения. Иначе говоря, катализатор сдвигает распределение молекул реагентов по энергиям в сторону их больших значений, т.е. добавляет «активные» молекулы в систему».

Довольно близкие идеи высказывал, также, Н.И. Кобозев, полагавший, что катализатор может аккумулировать энергию химического превращения, передавая ее затем новым молекулам реагентов.

**Алексей Александрович Баландин**, советский химик-органик, физико-химик (1929г) [164]:

«Современное состояние учения о гетерогенном катализе таково, что имеется необходимость в выводе из обширного экспериментального материала каких-то

общих основных принципов, которыми можно было бы, затем руководствоваться при изучении каждой отдельной реакции... Предлагающуюся гипотезу я позволю себе назвать гипотезой мультиплетов. Согласно мультиплетной теории, молекулы исходного вещества должны накладываться на поверхность катализатора таким образом, чтобы между атомами реагирующих молекул и атомами катализатора могли образоваться необходимые химические связи, результатом чего является возникновение промежуточного активного комплекса, превращающегося в конечные продукты. Это обуславливает необходимость существования структурного и энергетического соответствий между реагирующими молекулами и катализаторами».

**Симон Залманович Рогинский**, советский физико-химик (1935г) [165]:  
«Основная работа в области катализа при современном развитии физики и химии сводится к тому, что имеется возможность перевести теорию твердого тела и теорию катализа на общие рельсы. При нынешнем состоянии науки это не является невозможным и, занимаясь этой проблемой, мы рано или поздно найдем путь к разрешению этой проблемы».

**Николай Иванович Кобозев**, советский физико-химик (1938г) [166]:  
«Исходя из представлений, что атомы активного центра проявляют определенную валентность, связанную с электронным состоянием атома, то активный центр следует рассматривать как совокупность атомов, проявляющих индивидуальную валентность на фоне коллективных свойств кристалла. С этой точки зрения активные центры можно рассматривать как атомные ансамбли, свойства которых зависят от коллективных свойств кристалла. От природы носителя зависит вероятность образования атомов в нужном валентном состоянии и их число, что будет определять, как активность, так и селективность катализаторов».

**Георгий Константинович Боресков** советский физико-химик, организатор науки (1968г) [167]:  
«Катализ – это инициирование или ускорение химических реакций в присутствии веществ (катализаторов), многократно вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с реагентами и восстанавливающими свой химический состав после каждого цикла такого взаимодействия». И еще: «Когда-то катализ рассматривался как особое, немного таинственное явление, со специфическими законами, раскрытие которых должно было сразу в общей форме решить задачу подбора. Сейчас мы знаем, что это не так. Катализ по своей сущности – химическое явление. Изменение скорости реакции при каталитическом воздействии обусловлено промежуточным химическим взаимодействием реагирующих веществ с катализатором».

Как видно, в основе уже ушедших в историю и предложенных относительно недавно теорий катализа в конечном итоге лежит представление о промежуточном химическом взаимодействии реагентов с катализатором, т.е. представление о химической сущности явления катализа. Принципиальные отличия существующих теорий катализа заключаются во взглядах на природу активных центров и их мест на поверхности катализатора, а также на механизм промежуточного химического взаимодействия.

Обозначенные выше теории основаны на рассмотрении явления катализа на молекулярном уровне; каталитические свойства активного центра (мультиплета или ансамбля) рассматриваются как зависимые только от его химического состава и строения.

В то же время количественные, энергетические аспекты каталитического, в частности, гетерогенно-каталитического взаимодействия, не связанные с «биографической» химической природой, как самих катализаторов, так и превращаемых соединений, несправедливо рассматривались как второстепенные.

В этой связи следует отметить, что длительное время среди выдвигаемых теорий каталитического действия весьма популярной была энергетическая теория **гетерогенного катализа**, схожая во многих определениях с радиационной теорией катализа Эйнштейна [168], связывающая процесс возбуждения молекул, их активации, с процессами направленного энергообмена между ними и внешними источниками энергии. Теория основывалась на гипотезе, что направленное, избирательное поглощение превращающимися молекулами подводимой энергии электромагнитного поля происходит за счет **резонансного** фактора, а катализатор является своеобразным коммутатором параметров этой энергии.

Рассматривая механизм катализа химических реакций, как результат внешнего воздействия электромагнитного излучения, академик Кузнецов П. Г. в своей работе «Фотоника» отмечает: «Если резонансный фотон не достигает энергии активации фотоионизации, то мы имеем дело с **физическим процессом**, который проявляется в виде **эффекта нагревания**».

«Если же резонансный фотон соответствует частоте фотоэффекта, то наблюдается **химический процесс**, так, как из электрохимии известно, что процессы потери или приобретения электронов являются химическими реакциями. Энергия поглощенных фотонов будет обнаруживаться как «потенциальная энергия молекулы, способной преодолеть активационный барьер».

Сформулированная на базе идеи об энергетической природе каталитического действия «**радиационная**» теория катализа (А.Эйнштейн, И.Е. Ададуров),



основанная на представлении о резонансном явлении активации молекул, к сожалению, не получила должного развития [169].

После определения химической сущности катализа, долгое время придерживались такой формулировке: **«катализ – есть ускорение химической реакции веществом катализатора путём участия его в образовании активного комплекса в одной или нескольких стадиях химического превращения, и не входящего в состав конечных продуктов».**

Таким образом, для объяснения механизма каталитических реакций были предложены три группы теорий: геометрическая (структурная), электронная и химическая.

В геометрических теориях основное внимание обращено на соответствие между геометрической конфигурацией атомов активных центров катализатора и атомов той части реагирующих молекул, которая ответственна за связывание с катализатором.

Электронные теории исходят из представления, что предшествующая превращению веществ хемосорбция обуславливается электронным взаимодействием, связанным с переносом заряда, т.е. эти теории связывают каталитическую активность с электронными свойствами катализатора.

Химическая теория рассматривает катализатор как химическое соединение с характерными свойствами, которое образует химические связи с реагентами, в результате чего формируется нестабильный переходный комплекс. После распада комплекса, с высвобождением продуктов, катализатор возвращается в исходное состояние. Последняя теория считается сейчас наиболее адекватной.

Известно, что каталитические реакции протекают через образование промежуточных соединений, концентрация которых во много раз меньше концентрации исходных веществ. Их кинетическая энергия поступательного движения, в случае гетерогенного катализа, близка к нулю. Тогда, согласно теории активных столкновений и переходного состояния, как было отмечено выше, скорость каталитической реакции должна быть много ниже, чем некаталитической, т.е. экспериментальные данные для гетерогенного катализа находятся в полном противоречии с основными концепциями обеих теорий.

Прежде чем перейти к объяснению явления катализа в свете теории элементарных взаимодействий, рассмотрим более подробно движущие силы химической реакции.

Как упоминалось ранее, скорость любого химического превращения определяется скоростью разрыва имеющихся и образования в результате химической

реакции новых связей. Разрыв связи происходит в результате накопления необходимой для этого колебательной энергии. Соответственно, движущей силой химической реакции является **механическая энергия движения молекул**, что выражается в увеличении скорости реакции при повышении температуры. Кроме энергии, накапливающейся на колебательных степенях свободы, для разрыва химической связи в случае многостадийных химически активированных превращений может также использоваться энергия предшествующей экзотермической стадии реакции. Следовательно, скорость химической реакции должна увеличиваться как с возрастанием движущей силы процесса (тепловой энергии движения, предшествующего экзотермического эффекта), так и с уменьшением энергии разрываемой связи, т.е. с ее ослаблением.

К первой попытке связать каталитические превращения с энергоинформационным взаимодействием катализатора и реакционной среды, правда в неявной форме, следует, вероятно отнести мультиплетную теорию катализа А.А. Баландина [170].

Сформулированные А. А. Баландиным в 1929-1930 гг. основные положения этой теории демонстрируют необходимость структурного и энергетического соответствия параметров превращаемых молекул или их фрагментов и аналогичных параметров активных центров катализаторов. Данная теория, безусловно, базировалась на общепризнанных к тому времени следующих закономерностях:

1. Ускорение реакции, вызываемое катализатором, происходит в результате понижения энергии активации реакции. Иногда большое значение может иметь и изменение предэкспоненциального множителя в предложенной Аррениусом зависимости константы скорости реакций от температуры.
2. Катализ происходит в мономолекулярном адсорбционном слое, непосредственно примыкающем к поверхности катализатора. Катализ связан с адсорбцией. При этом адсорбированные молекулы, особенно при наличии полярных групп, определенным образом ориентированы к поверхности.
3. Между катализом и адсорбцией не существует прямого параллелизма: катализ связан с адсорбцией особого рода.

Как видно, в основу мультиплетной теории легли принципы структурного и энергетического соответствия превращаемых молекул и активных центров катализаторов, в совокупности своей объединяющие влияние физических и химических факторов на каталитические превращения вещества.

Структурное соответствие заключается в том, что для протекания каталитической реакции пространственное расположение атомов в реагирующих молекулах и в катализаторе должно быть таким, чтобы молекулы своими реагирующими

атомами (индексной группой) налагались с сохранением валентных углов на катализатор, соприкасаясь с его атомами (мультиплетом).

Принцип энергетического соответствия представляет исключительное значение для разработки научных основ предвидения каталитического действия и требует, чтобы адсорбционный потенциал катализатора (сумма энергий связи реагирующих атомов с катализатором) для конкретной реакции по возможности ближе подходил бы к половине суммы энергий реагирующих связей – среднему из энергий разрываемых и вновь возникающих связей, а энергетический барьер реакции равнялся бы половине ее теплового эффекта. Причем, недопустимо раздельное применение обоих принципов мультиплетной теории для трактовки экспериментальных данных и решения вопросов подбора катализаторов.

Только совместное использование этих принципов позволило объяснить ряд казавшихся ранее непонятными явлений и предсказать каталитическую активность большого числа элементов и соединений как новых катализаторов.

До настоящего времени мультиплетная теория является единственной теорией, в которой конкретные каталитические реакции рассматриваются на атомно-молекулярном уровне, а именно с точки зрения конфигурации молекул и параметров решеток твердых тел, а также длин и энергий разрывающихся и образующихся химических связей.

Если упомянутое структурное соответствие превращаемых молекул и активных центров на поверхности катализаторов воспринимать, как необходимое условие проявления избирательной активности, то преобразование амплитудно-частотных потенциалов, соответствующих активным центрам и реагирующим молекулам в резонирующую колебательную систему будет соответствовать этому условию.

В свете рассмотренных нами ранее аспектов энергоинформационного взаимодействия при химическом превращении веществ (см. IV главу) и определении электромагнитной природы этого взаимодействия, энергоинформационный гетерогенный катализ реакций следует представить, как избирательно направленный энергетический обмен между внешними источниками энергии, катализатором и превращаемыми молекулами путем определенным образом структурированного электромагнитного излучения.

Тем не менее, в подавляющем большинстве случаев энергетический обмен при каталитических превращениях веществ сопровождается нагревом реакционной среды, и поэтому считается, что упомянутый энергетический обмен представляет собой обмен т.н. «тепловой» энергией.

В официальной научной литературе, посвященной термokatалитическим процессам принято считать, что перенос теплоты (теплообмен) между внешним источником нагрева и реакционной средой может осуществляться по трем разграниченным по своей природе механизмам: **теплопроводностью, конвекцией и излучением** т.е. радиацией.

Процесс теплообмена **конвекцией** трактуется как перенос теплоты, происходящий в неравномерно нагретых газах и жидкостях при пространственном перемещении и перемешивании всей их массы или частей. При этом, перенос теплоты прямо пропорционально зависит от скорости движения жидкости или газа.

Этот вид передачи теплоты всегда сопровождается **теплопроводностью**.

Одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью называется **конвективным теплообменом**.

В инженерных расчетах часто определяют конвективный теплообмен между потоками жидкости или газа и поверхностью твердого тела. Этот процесс конвективного теплообмена называют конвективной теплоотдачей или просто **теплоотдачей**. Если процесс теплообмена происходит между средами через разделяющую их поверхность, то он носит название **теплопередача**.

Еще более расплывчато трактуется процесс передачи теплоты, как внутренней энергии тела, в виде электромагнитных волн названный **излучением** (радиацией). Полагают, что этот процесс происходит поэтапно, в три стадии: превращение части внутренней энергии одного из тел в энергию электромагнитных волн, распространение электромагнитных волн в пространстве, поглощение энергии излучения другим телом и превращения ее в теплоту, т.е. – нагрев. Совместный теплообмен излучением и теплопроводностью называют **радиационно-кондуктивным** теплообменом.

Совокупность всех видов теплообмена называется **радиационно-конвективным** или сложным теплообменом. Процессы теплообмена могут также происходить в различных средах при изменении и без изменения их агрегатного состояния.

Эмпирическим путем было установлено, что в случае **теплопроводности и конвекции** перенос энергии между частями тела зависит от разности температур этих частей тела в **первой** степени, а перенос тепловой энергии **излучением** от разности абсолютных температур в **четвёртой** степени:

$$R_e = \sigma \cdot T^4 \quad (V.1)$$

где:  $R_e$  – энергетическая светимость абсолютно черного тела;  $\sigma$  – постоянная Стефана – Больцмана, равная  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$ .

Данная эмпирически наблюдаемая закономерность, воспринималась как факт, указывающий на наличие трех, различающихся по своей природе механизмов энергетического обмена между телами, и продолжает являться основным противоречием при попытках сведения теплообмена тел к **единому механизму**.

Способ же теплообмена **излучением** всегда считался и до сих пор считается менее интенсивным по сравнению с **конвекцией и кондукцией** [171].

Это определение вероятно связано с тем, что при реализации процессов термического воздействия на вещество электромагнитным излучением, например, с помощью источников инфракрасного излучения, последние всегда являлись пространственно-разделенными с поглощающими объектами.

Поэтому, как вытекает из выражения П.3 и рис. П.5, приводимых во II – главе книги: поверхностная плотность потока электромагнитного излучения (интенсивность теплового излучения) всегда будет убывать от источника излучения до объекта поглощающего это излучение пропорционально **квадрату возрастающего расстояния** и составлять лишь долю от начальной интенсивности.

Однако совместные исследования проведенные недавно учеными из Колумбийского, Корнельского и Стэнфордского университетов (2016г.) показали, что сложившееся в официальной науке мнение подлежит пересмотру [172].

Экспериментальным путем ими было установлено, что электромагнитное излучение, при соответствующих условиях, может стать доминирующей, если не единственной формой обмена тепловой энергией между объектами.

В процессе исследования, которое подробно описывается в журнале “Nature Nanotechnology”, было замечено, что когда два объекта находятся на предельно близком расстоянии друг от друга, наблюдается теплообмен за счет теплового излучения, мощность которого на два порядка превышает все спрогнозированные ранее величины.

«При расстоянии между объектами равном  $\approx 40$  нанометрам передача тепловой энергии путем излучения происходит с мощностью в 100 раз больше той, о которой до настоящего момента заявляла официальная наука», – утверждают Мишаль Липсон (Michal Lipson), профессор Колумбийского университета и один из авторов научной публикации Рафаель Сен-Желе. «Это чрезвычайно интересный факт, ведь он означает, что именно электромагнитное излучение, а не **кондукция** или **конвекция** являются одним из главных каналов передачи тепловой энергии между объектами на расстоянии их «контактного» взаимодействия. Тогда, с точки зрения данной концепции теплообмена, конвекционный теплообмен должен трактоваться не как одиночный процесс, а как сочетание

взаимной диффузии участников теплового обмена, обеспечивающей их сближение, и, собственно, электромагнитного излучения (лучистого нагрева).

Следовательно, кинетическая энергия «теплового» движения в пространстве атомов, молекул и их ассоциаций, составляющих окружающие нас материальные объекты, есть ничто иное, как результат **«поглощения фотонов»** (квантов электромагнитного излучения) веществом, с последующей эстафетной передачей энергии своим «соседям» через **вторичное излучение**. Такой принцип воздействия и распространения электромагнитного излучения в веществе допускает также взаимную передачу информации о структурном порядке (геометрической конфигурации) источника и приёмника излучения. То есть имеет место **энергоинформационное** взаимодействие при тепловом обмене в материальных средах.

Эффективность этого взаимодействия будет повышаться при совпадении амплитудно-частотных параметров источника излучения и собственных колебаний приёмника.

Так как распространение электромагнитного излучения в веществе имеет определенную направленность: от участков с относительно высоким значением амплитудно-частотного потенциала (см. ур-я IV.9. и IV.11, глава IV) к участкам с его меньшей величиной, то с позиций термодинамики это трактуется как самопроизвольная передача тепла от более горячего тела к менее горячему, что является следствием второго закона термодинамики [173].

Таким образом, каждому виду пространственного перемещения химически взаимодействующих атомов и молекул в условиях гетерогенного катализа будут соответствовать **генерируемые ими волновые возмущения энергоинформационного поля** с характеристическими значениями энергетических и информационных параметров (см. ур-я II.1, II.2, II глава и ур-е IV.14, IV глава), определяемых как природой участников взаимодействий (катализатор + реакционная среда), так и параметрами источников внешнего энергетического воздействия.

Данному определению предшествовали геометрические теории гетерогенного катализа, демонстрировавшие взаимное влияние геометрической конфигурации активных атомов (центров) на поверхности катализатора и расположением атомов в той части реагирующих молекул, которая при адсорбции взаимодействует с его поверхностью [174].

Отсутствие возможности непосредственного наблюдения за поведением молекул, контактирующих с поверхностью гетерогенных катализаторов побудило создание совокупности методов, основанных на изучении спектров взаимодействия веществ с излучением, включая спектры электромагнитного излучения.

В настоящее время методы оптической спектроскопии, в частности ИК-спектроскопии (см. рис. V.1) играют большую роль в исследованиях гетерогенного катализа. Преимущество этих методов состоит в возможности исследования процессов взаимодействия электромагнитного излучения с системами твердое тело – газ твердое тело – жидкость в условиях «*in situ*» [175].

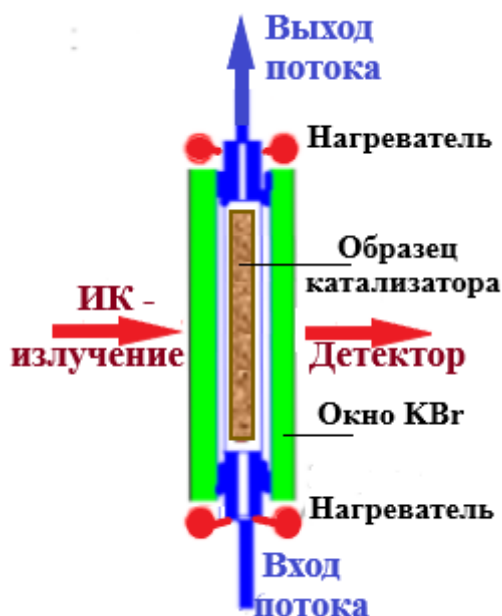


Рис.V.1. Ячейка для экспериментального определения амплитудно-частотных характеристик излучения поверхности катализатора и адсорбированных молекул, встраиваемая в ИК-спектрограф.

В этом плане весьма перспективны методы ИК-Фурье-спектроскопии, использование которых, в частности высокотемпературной ИК-спектроскопии диффузного отражения (ИКДО) «*in situ*», позволяет детально проанализировать состав активных центров на поверхности катализаторов и его изменение, в зависимости от температуры реакции и природы превращаемых соединений.

Регистрация спектров в токе паров превращаемых компонентов реакции дает возможность оценить роль каждого из идентифицированных активных центров на поверхности катализатора в процессе превращения, то есть получить широкую информацию для понимания механизма гетерогенной каталитической реакции.

Практическая реализация высокотемпературной ИК-спектроскопии была осуществлена в работах [176-178]. Авторами этих работ были предложены физико-химические принципы выбора гетерогенно-каталитических систем для процессов органического синтеза, основным условием которых является создание резонансных состояний, возникающих при обмене электромагнитной энергией между катализатором и реагирующими молекулами.

Анализ эмпирически подобранных катализаторов ряда промышленных процессов позволил выявить взаимосвязь эффективности катализаторов и их способ-

ности излучать электромагнитную энергию, излучаемую с максимальной интенсивностью в требуемой области спектра при температуре, определяемой из закона смещения Вина[179].

Среди названных оптических методов можно также выделить возбуждения молекул и атомов (ионов) светом в видимой и ультрафиолетовой области, когда происходит переход электронов с внешних заполненных оболочек молекул и атомов на ближайшие незаполненные атомные или молекулярные орбитали.

По сравнению со спектрами отдельных атомов, спектры молекул имеют гораздо бóльшую сложность. Возникновение различных типов молекулярных спектров объясняется многообразием их внутримолекулярного движения (рис. V.2.).

Наряду с переходом электронов существенную роль играет колебательное движение молекулы – колебания ядер относительно друг друга и вращательное движение молекулы – вращение молекулы как целого в пространстве. Энергия молекулы приближенно может быть представлена как сумма энергий электронного, колебательного и вращательного движений:

$$E = E_{эл} + E_{кол} + E_{вр} \quad (V.2.)$$

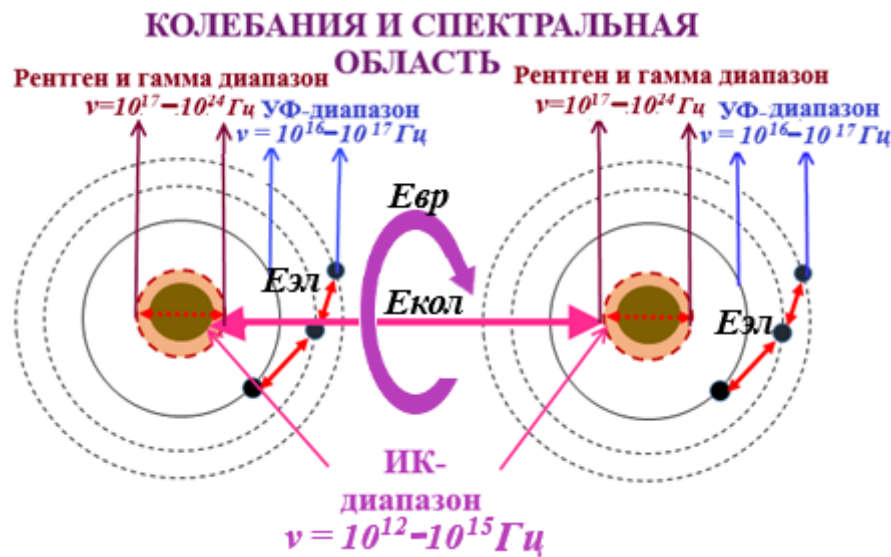


Рис.V.2. Внутримолекулярное движение и спектральная область его проявления.

Энергии всех видов внутримолекулярного движения существенно отличаются по величине:

$$E_{эл} \gg E_{кол} \gg E_{вр} \quad (V.3.)$$

При этом количественное отношение видов энергий может быть представлено как:

$$E_{эл} : E_{кол} : E_{вр} \approx 1 : \sqrt{\frac{m_e}{M}} : \frac{m_e}{M} \quad (V.4.)$$



В данном выражении  $m_e$  – масса электрона,  $M$  – величина порядка массы ядер. Если выражать энергию в электронвольтах, то  $E_{эл}$  имеет порядок нескольких эВ,  $E_{кол}$  – десятых и сотых долей эВ, а  $E_{вр}$  – тысячных и десятитысячных долей эВ. Различие в порядке величины  $E_{эл}$ ,  $E_{кол}$  и  $E_{вр}$  приводит к тому, что электронные, колебательные и вращательные спектры отличаются по диапазонам длин волн или частот.

Электронные переходы в молекуле расположены в видимой и ультрафиолетовой областях спектра, колебательные полосы – в ближней инфракрасной области, вращательные – в далекой ИК и субмиллиметровой областях. При переходе молекулы из одного состояния в другое могут изменяться все три части полной энергии:

$$h\nu = E' - E'' = \Delta E_{эл} + \Delta E_{кол} + \Delta E_{вр} \quad (V.5)$$

Здесь, как обычно принято в молекулярной спектроскопии, величины, относящиеся к верхнему уровню, обозначены одним штрихом, а величины, относящиеся к нижнему – двумя штрихами.

Если под влиянием привносимой энергии происходит изменение электронной энергии, то это сопровождается одновременными изменениями колебательной и вращательной энергий. При этом получаются электронно – колебательно – вращательные спектры. Сокращенно их называют просто электронные спектры, лежащие в инфракрасной области.

Если же энергетические параметры внешнего воздействия электромагнитного излучения приводят к изменению только колебательной энергии, то это обычно сопровождается изменением вращательной, но не электронной энергии.

В результате колебательно-вращательная энергия складывается:

$$h\nu_{кол-вр} = (E_{кол}' - E_{кол}'') + (E_{вр}' - E_{вр}'') = \Delta E_{кол} + \Delta E_{вр} \quad (V.6.)$$

В случае  $\Delta E_{эл} = 0$  и  $\Delta E_{кол} = 0$  при внешнем воздействии изменяется только вращательная энергия, то возникают исключительно вращательные спектры, расположенные в дальней инфракрасной и микроволновой областях.

Тогда соотношение между привносимой и поглощенной энергией запишется, как:

$$h\nu = E_{вр}' - E_{вр}'' \quad (V.7.)$$

В предыдущей главе упоминалось, что обмен энергией между превращаемыми молекулами, при их активации, осуществляется не путем соударений, как таковых, а посредством электромагнитного излучения, возникающего при их ко-

лебательно-вращательном движении. Интенсивность и эффективность эстафетной передачи энергии этого излучения, как уже упоминалось, обратно пропорциональны квадрату расстояния от источника излучения до объекта его поглощения (ур-я II.3 и II.5, II-я глава).

При гетерогенно-каталитическом превращении вещества, эффективность обмена энергией между катализатором и превращаемыми молекулами максимальна в их адсорбированном (хемосорбированном) состоянии.

При десорбции молекул с поверхности катализатора интенсивность энергетического обмена будет убывать по закону обратных квадратов расстояния.

Так как твердое тело катализатора характеризуется большим значением диэлектрических потерь и меньшей величиной теплоемкости по сравнению с реагирующими молекулами, находящимися в газовой, либо жидкой фазе, то энергетическое воздействие, привносимое в реакционное пространство излучением, будет направлено от внешнего источника к катализатору и от катализатора переноситься к превращаемым молекулам. Катализатор, таким образом, характеризуется большей поглощающей способностью по сравнению с поглощающей способностью превращаемых молекул.

Принимая во внимание то, что температурная область протекания гетерогенно-каталитических превращений веществ преимущественно расположена в диапазоне  $400 \div 1000\text{K}$ , то согласно зависимости, приведенной на рис. IV.1 (IV глава) электромагнитное излучение, сформированное в этом диапазоне температуры будет преимущественно соответствовать **инфракрасной области спектра**.

Для того, чтобы инфракрасное излучение могло взаимодействовать с колеблющейся молекулой, она должна претерпевать изменение дипольного момента в процессе колебания.

Если такое изменение произойдет, то осциллирующее электромагнитное поле ИК-излучения может взаимодействовать с осциллирующим полем диполя молекулы, увеличивая или уменьшая амплитуду ее колебания.

При прохождении инфракрасного излучения через вещество, как правило, происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов. При этом наблюдается ослабление интенсивности излучения, прошедшего через образец.

Однако поглощение происходит не во всём спектре падающего излучения, а лишь при тех частотах (длинах волн), энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах.

Следовательно, длины волн (или частоты), при которых наблюдается избирательное поглощение энергии из спектра ИК-излучения, могут свидетельствовать о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп и других фрагментов, частоты колебания которых синхронизированы с определенными частотами привносимого излучения.

Этот эффект обусловил возникновение идеи о избирательной активации превращаемых фрагментов или функциональных групп молекул внешним воздействием ИК-излучения повышенной мощности на реакционные системы, обеспечив, таким образом, избирательное ускорение одного из возможных термодинамически-разрешенных направлений химической реакции.

Проблема заключалась в создании источников инфракрасного излучения достаточно высокой интенсивности в какой-нибудь одной, даже не очень узкой области спектра, способных генерировать возбужденные частицы быстрее, чем это происходит в процессах установления теплового равновесия.

В настоящее время эта проблема успешно решена, с появлением нового направления – **лазерной фотохимии**.

Главной особенностью лазерной ИК-активации химических реакций является то, что реакционная способность колебательно-возбужденных молекул резко повышается при увеличении вклада во внутреннюю энергию молекул колебательной составляющей энергии.

При достаточно большой величине колебательной энергии становятся возможными и такие процессы, как диссоциация и ионизация молекулы, которые имеют место при воздействии УФ-излучения и излучения более высокочастотного диапазона.

Однако, облучение вещества ИК-излучением вследствие так называемой колебательно-поступательной ( $V-\Gamma$ ) релаксации неизбежно сопровождается равновесным тепловым разогревом [180].

Поэтому возникает вопрос, чем обусловлена химическая реакция под действием ИК-излучения: равновесным тепловым разогревом или же участием более реакционноспособных колебательно-возбужденных частиц, генерируемых лазерным излучением.

В связи с относительно малой величиной квантов ИК-излучения, термически равновесная заселенность соответствующих колебательно-возбужденных состояний, как правило, не является пренебрежимо малой по сравнению с радиационной заселенностью, создаваемой излучением. Поэтому одной из отличительных особенностей ИК-фотохимии являются методические трудности, связанные

с конкуренцией и трудностью идентификации фотохимического и теплового путей реакции.

Принято считать, что понижение давления и температуры служат основными путями устранения этих трудностей. Уменьшение давления замедляет дезактивацию возбужденных молекул, которая при колебательном возбуждении определяется столкновениями с другими частицами, а снижение температуры уменьшает тепловую заселенность колебательно-возбужденных состояний.

Таким образом, лазерная ИК-фотохимия, как бы, является преимущественно фотохимией низких давлений и невысоких температур.

Высказанная точка зрения, ограничивающая параметрические условия применения ИК-активации химического взаимодействия, видимо основана на существующем разграничении понятий обмена колебательно-вращательной энергией молекул термическим путем (путем соударений) и путем излучения (осцилляцией электромагнитного поля).

Приведенные же выше результаты проведенных исследований [172], свидетельствующие о энергетическом обмене между структурными фрагментами вещества на расстояниях, соизмеримых с собственными размерами молекул, исключительно путем излучения, вероятно, должны снять ограничения практического применения лазерной ИК-активации молекул, связанные с определенными термодинамическими условиями проведения химических, в том числе и гетерогенно-каталитических реакций.

Одна из задач инфракрасной лазерной активации молекул – выяснение вопроса о роли различных видов энергии (в частности, колебательной) в преодолении активационного барьера химических реакций.

Если для реакций мономолекулярного распада очевидно, что именно колебательная энергия, возникающая в результате поглощения излучения ответственна за преодоление активационного барьера, то для бимолекулярных и более высокомолекулярных реакций этот вопрос нуждается в разъяснении.

В предыдущей главе уже высказывались сомнения по поводу активации молекул в бимолекулярных реакциях в результате «столкновений» и был рассмотрен альтернативный механизм преодоления активационного барьера взаимодействующими молекулами путем независимого поглощения привносимой энергии осциллирующего энергоинформационного поля.

Принимая во внимание обсуждаемые в IV главе особенности осцилляционного механизма активации молекул, можно предположить распространение его и на активацию молекул привносимой энергией ИК-лазерного излучения.

В этом случае энергия расходуется на активацию лишь колебательных степеней свободы реагирующих частиц, а не всего вещества.

Высокий коэффициент полезного действия современных ИК-лазеров (в частности CO<sub>2</sub>-лазера [181]) позволяет надеяться на возможность их практического использования для осуществления процессов химического превращения веществ.

Более сложной является задача осуществления реакций по избранной связи путем «раскачки» соответствующих колебаний при поглощении ИК-излучения.

Как правило, быстрая внутримолекулярная передача колебательной энергии между различными степенями свободы в сложных молекулах препятствует этому избирательному процессу поглощения излучения. В этой связи весьма интересным и, на наш взгляд, перспективным было бы совместное использование гетерогенно-каталитической и ИК-лазерной активации химических реакций.

Отметим, что роль гетерогенного катализатора, при традиционном термическом воздействии на реакционную среду, согласно упомянутой выше радиационной теории катализа, заключается в избирательном, резонансном поглощении привносимого теплового (инфракрасного) излучения в частотной области непрерывного спектра, совпадающей с собственной частотой колебаний поверхностных активных центров. В данном случае эффект резонансного поглощения активными центрами энергии излучения в соответствующей области частотного спектра определяется специально подобранным химическим составом и структурными особенностями поверхности катализаторов. Линейные размеры неоднородностей рельефа поверхности катализаторов обычно превышают длину волны ИК-излучения, поэтому отраженное от поверхности излучение будет диффузным.

Синхронизация частотных характеристик диффузно отраженного излучения от поверхности катализатора с колебательно-вращательными характеристиками фрагментов превращаемых молекул, может, соответственно, приводить к резонансному поглощению ими энергии отраженного излучения и возрастанию амплитуды колебания, вплоть до разрыва межатомных связей в молекулах.

Если привносимое электромагнитное излучение, (излучение ИК-лазеров) сочетает в себе высокую спектральную и пространственную плотность энергии, а также высокую когерентность излучения и монохроматичность, то эффективность гетерогенно-каталитического превращения, стимулированного структурированным лазерным излучением намного повышается [182].

В настоящее время на основе твердотельных и молекулярных газовых лазеров созданы современные источники инфракрасного излучения с регулируемой или фиксированной частотой [183].

Генерация лазерными источниками когерентного излучения в колебательно-вращательном спектре молекул позволяет существенно упростить процедуру подбора химического состава катализатора, поглощающего и отражающего инфракрасное излучение в области характеристических частот колебаний активируемых фрагментов превращаемых молекул.

В данном случае диффузное отраженное излучение, направленное от поверхности катализатора будет характеризоваться набором частот, идентичным таковому в привносимом излучении (рис.V.3.).



Рис.V.3. Иллюстрация энергоинформационного взаимодействия при гетерогенно-каталитическом превращении веществ

Так как энергия привносимого излучения к поверхности катализатора всегда больше энергии отраженного от поверхности излучения, то при идентичности частотного спектра, амплитуда падающей волны будет выше амплитуды отраженной.

Наложение (суперпозиция) волн привносимого и отраженного излучения с одинаковым спектром частот, но различной амплитудой будет приводить к суммарной волне, описываемой выражением [184]:

$$y = A_1 \sin(\omega t + a_1) + A_2 \sin(\omega t + a_2) \quad (\text{V.8.})$$

или после преобразования:

$$y = A_r \sin(\omega t + 0) \quad (\text{V.9.})$$

Здесь  $A_r$  – амплитуда результирующей волны; 0 – фаза волны.  $A_r$  имеет максимальное значение, когда разность  $a_1 - a_2$  равна  $0^\circ$ ,  $360^\circ$ ,  $720^\circ$  и минимальное, когда различие в фазе равно  $180^\circ$  или  $540^\circ$ .

Если же происходит наложение множества отраженных от поверхности катализатора волн одной частоты, но со случайными фазами, то результирующая

амплитуда возрастает пропорционально квадратному корню из числа волновых колебаний.

Учитывая, что интенсивность излучения пропорциональна квадрату амплитуды, то наложение большого числа волн со случайными фазами будет вызывать линейное возрастание интенсивности (энергии) излучения, направленного от поверхности катализатора в реакционную среду.

Таким образом, между каталитически активной поверхностью и реакционной средой формируется электромагнитное поле, являющееся средой распространения электромагнитного излучения, энергия которого расходуется на **активацию** реагирующих молекул.

Так как привносимое в реакционную зону и отраженное от поверхности катализатора ИК-лазерное излучение является направленно структурированным по амплитудно-частотным характеристикам, близким к таковым для реагирующих молекул, то, по сути имеет место **энергоинформационное взаимодействие** излучения с компонентами реакционной среды [185].

Поэтому катализатор, при стимулированном лазерным излучением избирательном превращении веществ, в большей степени, должен проявлять свойства эффективного адсорбента и рефлектора привносимого излучения, нежели иметь, как в случае традиционного нагрева, специально подобранный химический состав поверхности, избирательно поглощающей и отражающей определенную область спектра из полихроматического излучения теплового источника.

При воздействии на каталитическую систему определенным образом структурированного по амплитудно-частотным параметрам ИК-излучения реализуются резонансные процессы активации превращаемых фрагментов молекул, позволяющие достичь высокой избирательности превращения. Следует, однако, учитывать то обстоятельство, что при воздействии

Идея о использовании гетерогенных катализаторов при осуществлении стимулированных лазерном излучении реакций недавно нашла практическое отражение в работах ученых Института катализа Сибирского отделения Российской Академии наук [186]. **Ими был разработан метод получения водорода и этилена из природного газа – метана с помощью нано дисперсного катализатора и лазерного излучения инфракрасного диапазона.**

Известно, что для химической активации метана нужны либо температуры свыше 1200 °С, либо высокоактивные катализаторы. Но образующиеся продукты конверсии метана превращаются в присутствии катализаторов более интенсивно, чем сам метан. При этом происходит образование углерода, что снижает эффективность их использования в традиционной форме.

Исследователи решили превратить катализатор в нано дисперсную пыль с высокой активностью, а затем обосновали идею получения водорода и этилена из метана с помощью нано размерных катализаторов и структурированного лазерного излучения.

Предложен, также, перспективный способ получения водорода и энергии при разложении молекул воды, а также ее доочистки и активации, включая и активацию воды, входящей в различные технологические среды. Способ основан на том факте, что за счет сил взаимодействия ближнего порядка (водородные связи и электростатические силы Ван-дер-Ваальса) и притягиваемого извне электромагнитного (ИК) излучения, между молекулами воды в жидкости создаются упорядоченные структуры размещения молекул, последующее превращение которых в элементарный водород и кислород значительно упрощено. [187]. Происходящие при структурировании воды физические процессы, авторы объясняют “энергоинформационным воздействием”, причем “информация записана на “живицу” родниковой воды”, которая усиливается электромагнитным полем. Показано, что если на молекулы воды, находящиеся в состоянии жидкости, воздействовать каким-либо селективным образом, например, монохроматическим лазерным излучением инфракрасного диапазона, то можно значительно увеличить амплитуду и частоту колебаний атомов в молекуле  $H_2O$ . Молекула воды обладает большим дипольным моментом, а при увеличении амплитуды колебаний атомов (в основном Н) возрастает длина связей О-Н. За счет осцилляции диполей у упорядоченной структуры образуется собственное электромагнитное поле, удерживающее эту жидкокристаллическую структуру в квазиравновесном состоянии неопределенно долго. Существование таких активированных структур воды, стабилизированных в энергоинформационном поле подтверждено большим количеством экспериментов и в настоящее время не вызывает сомнения [188,189]. Это упорядочение не является ни полным по всему объёму жидкости, ни стабильным во времени. Такая структура разрушается в течение непродолжительного времени самостоятельно вследствие теплового движения молекул воды и полностью разрушается при внесении возмущения в структурированную среду (например, при перемешивании).

Полное упорядочение воды в стабильную структуру (возникновение дальнего порядка) происходит при её замерзании, но эта структура почти полностью разрушается при размораживании. Также есть данные о том, что при оттаивании замерзшей воды в жидкой фазе сохраняются небольшие группы молекул с «ближним порядком», напоминающим порядок молекул льда. Однако при взбалтывании или нагревании вода становится полностью аморфной.



## VI ГЛАВА

### СТАБИЛЬНОСТЬ МАТЕРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ К ВНЕШНЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЕЩЕСТВА И ПОЛЯ

Как уже было отмечено, совокупность материальных объектов, включающих вещественную их часть и соответствующее полевое окружение, может быть представлена в виде **Вещественно-полевой Материальной Системы**.

Одной из оценок состояния материальных систем неорганической и органической природы является их **устойчивость**, т.е. стабильность существования во времени, характеризующаяся сохранением материального и энерго-содержания, а также определённого структурного порядка на уровне соответствующем **моменту их образования**.

Система будет считаться **свободной**, если движение в пространстве ее структурных элементов не ограничено никакими телами и полями, не входящими в систему, а определяется лишь **«внутренними» силами**, действующими на все составные элементы системы и **начальными условиями ее образования**.

Если же движение структурных элементов системы ограничивается внешним воздействием тел, либо полей, не входящими в систему, и эти ограничения не зависят от действующих на систему внутренних сил и начальных условий ее формирования, то система будет называться **несвободной**.

В технических сферах, как правило, **механические системы** (машины, механизмы, сооружения) являются **несвободными**, так как их функционирование зависит от внешнего воздействия вещественной и полевой формы материи.

Таким образом, все силы, действующие на тела свободных и несвободных систем можно разделить на **внешние и внутренние**.

**Внешние силы** действуют на тела системы со стороны других тел, не входящих в состав данной системы. **Внутренние силы** - это силы взаимодействия между материальными телами и полями, относящимися к данной системе.

Тела и поля, не входящие в систему и ограничивающие ее движение, можно причислить к **внешним связям**, а силы, с которыми они ограничивают движение – к **реакциям связей**.

Известно также, что **системы**, независимо от их принадлежности материальным объектам неорганической, либо органической природы, по характеру взаимодействия с окружающей средой можно отнести к **«закрытым»** или **«открытым»**.

Как нами было уже отмечено, взаимодействие с окружающей средой данных материальных систем может происходить как путем **вещественного и энергетического обмена**, а также **обмена информацией** посредством специфици-

ческих полей. Причем, этот обмен (за исключением массообмена) осуществляется волновым путем **упорядоченного** переноса кинетической энергии движения структурных элементов (атомов и молекул), посредником чего является вышеупомянутое **энергоинформационное** поле.

Наиболее распространенным видом взаимодействия физических полей и вещественной составляющей материи в природе является взаимодействие имеющее электромагнитную природу.

Из всего многообразия электромагнитных излучений, видимых или не видимых человеческим глазом, можно выделить одно, которое присуще всем телам.

Это излучение нагретых тел, или тепловое излучение. Оно возникает при любых температурах выше нуля градусов по Кельвину, поэтому испускается всеми телами.

Очевидно, что физические процессы и химические превращения веществ, сопровождаются непрерывной генерацией в окружающем пространстве **теплого излучения**, которое проявляется благодаря наличию **кинетической энергии** возвратно-поступательного, колебательного и вращательного движения атомов и молекул. В состоянии теплового равновесия эта энергия прямо пропорциональна измеряемой температуре вещества.

Еще раз отметим, что **энергоинформационный обмен** в материальных системах является фундаментальной основой мироздания, феноменом, проявляющемся на всех уровнях его структурной организации – от микро- до макро- и мегамира.

Именно энергоинформационный обмен материальных систем с окружающей средой является основным фактором, определяющим стабильность или неустойчивость того или иного вещества

Стабильность соединений химических элементов в неорганических, органических и одушевленных живых системах выявляется из принципа прочности связей соответствующих элементов, находящихся в объектах более высокой структурной иерархии.

Эта взаимосвязь молекулярных соединений является предметом исследования так называемой, **иерархической термодинамики** [190], поскольку позволяет сравнивать стабильность веществ различного химического состава, проявляющуюся в результате вхождения в состав структурно организованных эволюционирующих систем.

Иерархическая термодинамика, созданная на основе расширенной теории поверхностных явлений Дж. У. Гиббса, управляется принципом стабильности вещества [191]. Принцип стабильности вещества (The principle of substance stability)

или принцип обратных связей в иерархической термодинамике описывает термодинамические связи между всеми смежными иерархиями организованной материи.

Принцип структурной стабильности вещества имеет качественное физическое обоснование с позиции закона сохранения энергии.

Постулируется, что каждый атом, молекула или структурообразующие частицы любой иерархии имеют строго ограниченную потенциальную возможность участвовать во взаимодействиях с подобными частицами своей иерархии и частицами смежных иерархий. Например, чем менее стабильные молекулы образуются из атомов, тем более стабильные надмолекулярные структуры возникают в результате взаимодействия этих молекул.

И наоборот: стабильные молекулы образуют сравнительно нестабильные структуры более высокой иерархии.

Следовательно, структурная стабильность вещества во времени в значительной степени определяется параметрами межмолекулярного взаимодействия.

Знание закономерностей межмолекулярного взаимодействия требуется в широком круге задач физики, химии и биологии. Само наличие в природе газообразных веществ, жидкостей и твердых тел обязано существованию межмолекулярных взаимодействий. Коснемся этого вопроса подробнее.

**Виды межмолекулярного взаимодействия.** Основу межмолекулярного взаимодействия составляют кулоновские силы взаимодействия между электронами и ядрами одной молекулы и ядрами и электронами другой. В экспериментально определяемых свойствах вещества проявляется усредненное взаимодействие, которое зависит от расстояния  $R$  между молекулами, их взаимной ориентации, строения и физических характеристик (дипольного момента, поляризуемости и др.) [192].

При больших  $R$ , значительно превосходящих линейные размеры ( $L$ ) самих молекул, вследствие чего электронные оболочки молекул не перекрываются, силы межмолекулярных взаимодействий можно достаточно обоснованно подразделить на три вида – **электростатические, поляризационные (индукционные) и дисперсионные**. Электростатические силы иногда называют ориентационными, однако это неточно, поскольку взаимная ориентация молекул может обуславливаться также и поляризационными силами, если молекулы анизотропны.

При малых расстояниях между молекулами ( $R \sim L$ ) различать отдельные виды межмолекулярных взаимодействий можно лишь приближенно, при этом, помимо названных трех видов, выделяют еще два, связанные с перекрыванием электронных оболочек, - обменное взаимодействие и взаимодействия, обязанные

переносу электронного заряда. Несмотря на некоторую условность, такое деление в каждом конкретном случае позволяет объяснять природу межмолекулярного взаимодействия и рассчитать его энергию.

Энергия электростатического взаимодействия ( $E_{\text{эл-ст}}$ ) представляет собой энергию кулоновского взаимодействия, вычисленную в предположении, что распределение зарядовой плотности отвечает изолированным молекулам ( $R \gg L$ ).

В общем случае электрический потенциал вокруг молекулы изменяется не только по абсолютной величине, но и по знаку. Если взаимная ориентация двух молекул такова, что область положительного потенциала одной из них приблизительно совпадает с областью, в которой локализован отрицательный заряд другой, то  $E_{\text{эл-ст}} < 0$ , т. е. электростатическое взаимодействие молекул ведет к их притяжению. При  $R \gg L$  энергия  $E_{\text{эл-ст}}$  становится равной сумме энергий взаимодействия мультиполей (диполей, квадрупольей и т. д.).

Для полярных молекул главный вклад дает диполь-дипольное взаимодействие. Его энергия ( $E_{\text{дип}}$ ) может иметь разный знак в зависимости от ориентации диполей.

При ориентации молекул А и В, соответствующей минимуму энергии взаимодействия,  $E_{\text{дип}} = -2p_A p_B / R^3$ , где  $p_A$  и  $p_B$  – дипольные моменты А и В соответственно.

В газовой фазе, где молекулы почти свободно вращаются, более вероятны такие их взаимные ориентации, которые отвечают притяжению диполей. При этом средняя энергия взаимодействия равна:

$$E_{\text{дип}} = -2p_A^2 \cdot p_B^2 / 3kT \cdot R^6 \quad (\text{VI.1})$$

где:  $T$  – абсолютная температура,  $k$  – постоянная Больцмана. При фиксированной ориентации молекул, например, в твердом теле,  $E_{\text{дип}}$  слабо зависит от температуры и изменяется пропорционально  $R^{-3}$ .

Если взаимодействующие молекулы обладают квадрупольными или более высокого порядка электрическими моментами, в выражение для  $E_{\text{эл-ст}}$  входят также слагаемые, отвечающие взаимодействию этих мультиполей. По этой причине, в частности, энергетически наиболее выгодная ориентация молекул может отличаться от оптимальной ориентации их дипольных моментов.

### Поляризационное взаимодействие

Обусловлено деформацией электронной оболочки одной молекулы под влиянием электрического поля другой, что всегда приводит к снижению энергии (притяжению молекул). При больших расстояниях между нейтральными молекулами главный вклад в поляризационную энергию  $E_{\text{пол}}$  дает взаимодействие постоянного диполя полярной молекулы с индуцированным диполем другой.

Поэтому это взаимодействие иногда называют индукционным, согласно формуле Дебая [193]:

$$E_{\text{пол}} = -(\mathbf{p}_A^2 \cdot \alpha_B + \mathbf{p}_B^2 \cdot \alpha_A)/R^6 \quad (\text{VI.2.})$$

где  $\alpha_A$  и  $\alpha_B$ - средние статические поляризуемости молекул А и В, соответственно.

Если поляризуемости молекул анизотропны, то в выражении для  $E_{\text{пол}}$  появляются дополнительные члены, зависящие от взаимной ориентации молекул.

Межмолекулярное взаимодействие, связанное с переносом электронного заряда с одной молекулы на другую, близко по физическому смыслу к поляризационному межмолекулярному взаимодействию.

Перенос заряда происходит при перекрывании электронных оболочек молекул, если их сродство к электрону различно. Перенос заряда можно наглядно рассматривать как "далеко зашедшую" поляризацию, однако энергия межмолекулярного взаимодействия, связанного с переносом заряда,  $|E|_{\text{п.з}}$  по своему абсолютному значению существенно меньше  $|E_{\text{пол}}|$  и очень быстро (экспоненциально) стремится к нулю с увеличением расстояния между молекулами ( $R$ ).

Строго разделить вклады поляризации, переноса заряда в энергию межмолекулярного взаимодействия затруднительно, поэтому часто вычисляют суммарную величину, обозначаемую просто  $E_{\text{пол}}$ .

Дисперсионное межмолекулярное взаимодействие определяется корреляцией движения электронов двух взаимодействующих молекул, в результате чего среднее расстояние между электронами этих молекул несколько увеличивается.

Это приводит к уменьшению энергии их взаимодействия, т.е. к притяжению молекул.

Дисперсионное взаимодействие в отличие от рассмотренных выше видов межмолекулярных взаимодействий имеет универсальный характер: оно существует между любыми молекулами.

Энергия дисперсионного взаимодействия ( $E_{\text{дисп}}$ ) двух атомов или сферически симметричных молекул при  $R \gg L$  приближенно описывается формулой Лондона [194]:

$$E_{\text{дисп}} = -3\alpha_A \cdot \alpha_B \cdot I_A \cdot I_B / 2(I_A + I_B)R^6 \quad (\text{VI.3.})$$

где  $I_A$  и  $I_B$ -потенциалы ионизации молекул А и В, соответственно.

Для молекул иной формы зависимость  $E_{\text{дисп}}$  от  $R$  и от их физических характеристик оказывается более сложной.

При близких расстояниях ( $R \sim L$ ) дисперсионное межмолекулярное взаимодействие усложняется и обычно называется корреляционным. Его энергия ( $E$ ) может быть вычислена методами квантовой химии. При сверхдальних расстояниях между молекулами (порядка 100 нм) на их взаимодействие начинает сказываться конечность скорости распространения электрического сигнала ( $\cong$  скорости света), в силу чего заряды взаимодействуют не мгновенно, а с некоторым запаздыванием. В этом случае  $E_{\text{дисп}}$  оказывается пропорциональной  $R^{-7}$ .

Энергия обменного взаимодействия молекул ( $E_{\text{обм}}$ ) обусловлена тем, что в соответствии с принципом Паули [195] в одном и том же квантовом состоянии не могут находиться два электрона с одинаковыми спинами.

Вследствие этого электронная плотность в пространстве между молекулами при «перекрывании» их электронных оболочек уменьшается.

Обменное взаимодействие представляет собой чисто квантовый эффект, исчезающий при предельном переходе к классической механике.

Таким образом, полная энергия межмолекулярного взаимодействия, или **межмолекулярный потенциал** ( $\bar{E}$ ) приблизительно равняется сумме вкладов отдельных видов межмолекулярного взаимодействия:

$$\bar{E} = E_{\text{эл-ст}} + E_{\text{пол}} + E_{\text{дисп}} + E_{\text{обм}} \quad (\text{VI.4.})$$

При  $R \gg L$  последний член обращается в нуль, а первые три можно вычислить по ф-лам (VI.1 – VI.3).

При малых расстояниях между молекулами эти формулы, строго говоря, не пригодны для количественного определения  $\bar{E}$ , однако во многих случаях они дают правильную качественную картину межмолекулярного взаимодействия.

Если обе или одна из молекул имеет электрический заряд, то ф-ла (VI.4) остается в силе, однако каждое слагаемое изменится и будет отражать действие дополнительного заряда одной молекулы на другую.

При некотором расстоянии  $R = R_E$  и подходящей взаимной ориентации молекул **A** и **B** силы притяжения становятся равными силам отталкивания, потенциал  $\bar{E}(R)$  имеет минимум (так называемый Ван-Дер-Ваальсовский минимум) и система находится в равновесии.

Если при этом глубина потенциальной ямы больше нулевой энергии межмолекулярного колебания, то молекулы образуют устойчивый комплекс (ассоциат), что подтверждается спектральными данными [196].

Расчеты показывают, что в тех случаях, когда молекулы полярны (или имеют электрический заряд), наибольший по абсолютной величине вклад в энергию притяжения при  $R \approx R_E$  дает  $E_{\text{эл-ст}}$ . Величина  $E_{\text{обм}}$  того же порядка, но она

приводит к отталкиванию молекул. Вклады  $E_{\text{пол}}$  и  $E_{\text{дисп}}$  составляют при этом, как правило, от 20 до 40% суммарной энергии притяжения;  $E_{\text{дисп}}$  играет существенную роль только для межмолекулярного взаимодействия неполярных или слабо полярных молекул (с малым дипольным моментом). Типичная зависимость от  $R$  полной энергии взаимодействия полярных молекул и отдельных ее вкладов приведена на рис. VI.1 для димера воды [197].

На рис. VI.1 выделены три области межмолекулярных расстояний. А – область близких расстояний, на которых потенциал имеет **отталкивательный** характер, а электронный обмен в связи с перекрыванием электронных оболочек молекул весьма существен. В – область промежуточных расстояний с ван-дер-ваальсовым минимумом, положение которого определяется балансом сил отталкивания и притяжения.

С – область далеких расстояний, где обменом электронов можно пренебречь, а межмолекулярные силы имеют характер **притяжения**.

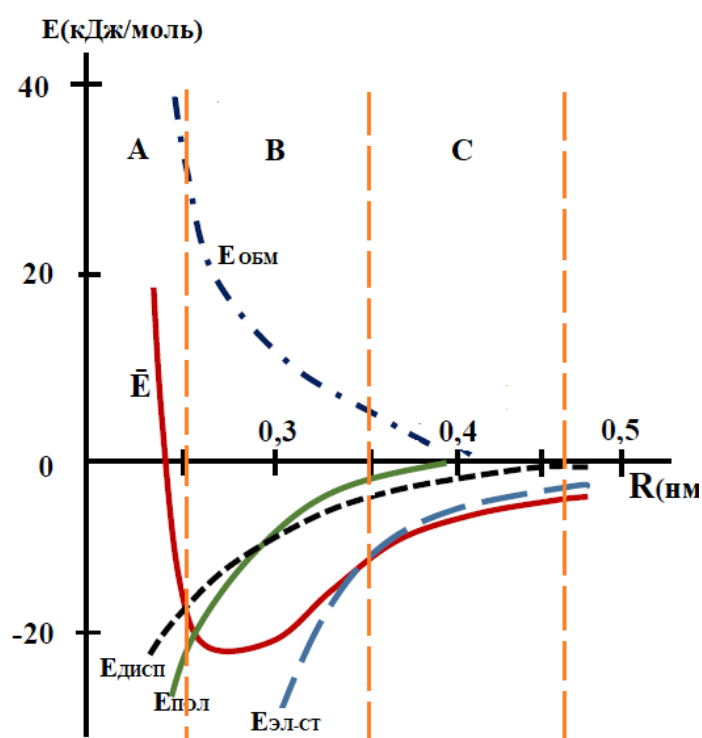


Рис. VI.1. Зависимость полной энергии взаимодействия димеров воды ( $\bar{E}$ ) и составляющих ее величин (см. формулу VI.4) от расстояния между молекулами ( $R$ ). А – область близких расстояний. В – область промежуточных расстояний. С – область далеких расстояний.

Приведенная зависимость межмолекулярного потенциала ( $\bar{E}$ ) от расстояния между частицами ( $R$ ) может быть проиллюстрирована предложенной нами имитационной «пудинговой» моделью вещества.

На рисунке VI.2 представлена предполагаемая модель вещественной материи, представляющая собой аналог предложенной в 1904 году английским физиком Джозефом Джоном Томпсоном модели атомов в виде пудинга с изюмом (рис. VI.3) [198].

В нашей модели частицы «плотного» вещества (атомы, молекулы), находящиеся во «взвешенном» состоянии в среде-пространстве, которая аналогично, как и желе в пудинге, благодаря определенной плотности препятствует сближению частиц на расстояния меньше их собственного размера.

Если допустить, что среда-посредник, окружающая частицы вещественной материи (молекулы, атомы), иначе именуемая полем, не является абсолютно пустым пространством, структурные элементы которой обладают соответствующей массой, но на порядки меньшей массы частиц вещества, то за счет сил гравитации существует вероятность уплотнения среды с образованием градиента ее плотности.

На рисунке VI.2 этот градиент отображен в виде увеличения плотности заливки от периферии к центру частиц. Именно этот градиент плотности среды-посредника, возрастающей от периферии к центру массы частицы может создавать препятствие для сближения частиц, что проявляется в виде эффекта отталкивания (область А, рис. VI.1).



Рис. VI. 2 «Пудинговая» модель вещества.

Рис. VI.3. Пудинг с изюмом

В то же время, будучи не лишенной материального содержания, среда-пространство, обладая реальной упругостью, является своеобразным посредником, способствующим дистанционному межмолекулярному взаимодействию частиц, например, притяжением (область С, рис. VI.1), а также обменом энергетическими потенциалами в виде теплового излучения.

Проецируя приведенную «пудинговую» модель на различные агрегатные состояния вещества, можно предположить, что в газообразном состоянии, молекулы (атомы) вещества максимально дистанционированы друг от друга, и усредненная плотность среды-посредника, соответственно будет минимальной. При возрастании степени конденсации вещества – переходе к жидкому и твердому состоянию, плотность среды-посредника возрастает.



Как уже упоминалось, межатомный (межмолекулярный) обмен кинетической энергией в реальном веществе может происходить только посредством генерирования и распространения в окружающем взаимодействующие частицы пространстве волнового процесса, т.е. – **излучения**. При рассмотрении вопроса о стабильности вещественной составляющей материи под воздействием внешней среды, в основном, рассматривалось влияние химической (вещественной) природы окружающей среды, в то время, как влиянию параметров полевого воздействия и рода излучений на устойчивость вещества уделялось относительно меньше внимания.

В таблице VI.1 приведены значения энергии связи в некоторых органических соединениях и кристаллических решетках солей.

Таблица VI.1

Энергия разрыва связей в органических молекулах и кристаллических решетках некоторых солей

<b>ПРИРОДА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛАХ</b>	<b>ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ, eV</b>
<b>C – C</b> Связь (Углеводороды)	3,61
<b>C = C</b> Связь (Олефины)	6,35
<b>C – O</b> Связь (Спирты, Эфиры)	3,74
<b>C = O</b> Связь (Альдегиды, кетоны)	7,71
<b>C – H</b> Связь (Углеводороды)	4,28
<b>O – H</b> Связь (Спирты)	4,80
<b>C – S</b> Связь (Меркаптаны)	3,00
<b>C – N</b> Связь (Амины)	3,12
<b>Водородные связи</b>	0,04 – 0,44
<b>LiF</b>	10,62
<b>LiI</b>	7,83
<b>NaF</b>	9,43
<b>NaCl</b>	8,00
<b>NaBr</b>	7,63
<b>MgF<sub>2</sub></b>	30,28
<b>CaF<sub>2</sub></b>	26,90

Напомним, что энергия кристаллической решетки – это взятая с обратным знаком энергия ( $U$ ), затрачиваемая на разрыв кристаллической решетки на ее составляющие и переносом их на расстояние, на котором отсутствуют взаимодействия. Если решетка ионная, то это энергия разрыва на соответствующие ионы, если атомная или молекулярная, то это энергия разрыва на атомы и молекулы.

Энергия кристаллической решетки для молекулярных решеток – это только небольшая часть энергии связей в решетке, так как связи атомов внутри молекул в нее не входят. Энергия же кристаллической решетки в случае молекулярных решеток равна силам Ван-дер-Ваальса.

Таблица VI.2

Параметры ионизирующего и неионизирующего электромагнитного излучения

Излучение		Диапазон длин волн (м)	Диапазон частот (Гц)	Энергия кванта (эВ)
Тип	Вид			
Ионизирующее	$\gamma$ -Излучение	$10^{-10} \div 10^{-15}$	$3 \cdot 10^{18} \div 3 \cdot 10^{23}$	$1,24 \cdot 10^4 \div 1,24 \cdot 10^9$
	Рентгеновское	$10^{-7} \div 10^{-11}$	$3 \cdot 10^{15} \div 3 \cdot 10^{19}$	$12,40 \div 1,24 \cdot 10^5$
Неионизирующее, оптическое	Ультрафиолет	$4 \cdot 10^{-7} \div 10^{-8}$	$7,5 \cdot 10^{14} \div 3 \cdot 10^{16}$	$3,10 \div 1,24 \cdot 10^2$
	Видимое	$7,6 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-7}$	$3,95 \cdot 10^{14} \div 7,5 \cdot 10^{14}$	$1,63 \div 3,10$
	Инфракрасное	$10^{-3} \div 7,6 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{11} \div 3,95 \cdot 10^{14}$	$1,24 \cdot 10^{-3} \div 1,63$
Неионизирующее, микроволновое и радиочастотное	Миллиметровое	$10^{-5} \div 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{11} \div 3 \cdot 10^{12}$	$1,24 \cdot 10^{-3} \div 1,24 \cdot 10^{-2}$
	СВЧ	$10^{-3} \div 10^{-4}$	$3 \cdot 10^9 \div 3 \cdot 10^{11}$	$1,24 \cdot 10^{-5} \div 1,24 \cdot 10^{-3}$
	Высокочастотное	$10^2 \div 10^3$	$3 \cdot 10^6 \div 3 \cdot 10^{11}$	$1,24 \cdot 10^{-8} \div 1,24 \cdot 10^{-3}$
	Среднечастотное	$10^3 \div 10^2$	$3 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^6$	$1,24 \cdot 10^{-9} \div 1,24 \cdot 10^{-8}$
	Низкочастотное	$10^5 \div 10^3$	$3 \div 3 \cdot 10^5$	$1,24 \cdot 10^{-14} \div 1,24 \cdot 10^{-9}$

Сопоставление данных таблицы VI.1 с параметрами ионизирующего и неионизирующего электромагнитного излучения, представленными в таблице VI.2 позволяет сделать вывод о возможности разрыва ковалентной и ионной химической связи в органических и неорганических соединений при непосредственном воздействии только ионизирующего гамма и рентгеновского электромагнитного

излучения. Однако, разрыв межмолекулярных связей в веществе вполне достижим при непосредственном воздействии электромагнитного излучения в ультрафиолетовой и видимой области спектра.

Следовательно, в веществе, находящемся под воздействием наиболее распространенного в природе неионизирующего электромагнитного излучения, прежде всего деструкции подвергаются межмолекулярные связи в органических материалах.

Термодинамические свойства газов, жидкостей, а также твердых тел, их кинетические характеристики (коэффициенты теплопроводности, диффузии и т. д.) также определяются характером межмолекулярных взаимодействий.

Межмолекулярные силы, имеющие электростатическую природу, определяют значительную часть свойств кристаллов, таких, как равновесная геометрия, энергия сцепления, фононные спектры и т. д.

Межмолекулярные взаимодействия обуславливают образование сложных химических комплексов типа комплексов с переносом заряда, комплексов с водородной связью. Они лежат в основе образования органических и неорганических коллоидных систем.

Исследование механизма элементарных химических актов невозможно без знания процессов межмолекулярного обмена поступательной и колебательной энергией.

Велико значение межмолекулярных взаимодействий и в биологии. Достаточно сказать, что межмолекулярные силы обеспечивают стабильность таких важнейших для существования жизни соединений, как ДНК и РНК.

Находясь в состоянии непрерывного движения, которое преимущественно имеет периодический характер (колебание, вращение), объекты любого масштабного уровня подвергаются механическому разрушению.

Для того, чтобы совершаемые телом возвратно-поступательные движения (колебания) не нарушали бы устойчивость его структуры, необходимо ограничение их по амплитуде при определенной, фиксируемой частоте, т.е. каждая колебательная система в стабильном состоянии должна быть ограничена предельными значениями ее **амплитудно-частотного потенциала** (формулы IV.9. и IV.11. IV глава).

Известно, что ускорение колебательного движения тела будет равно его смещению, т.е. амплитуде умноженной на квадрат частоты.

$$a = A \cdot \nu^2 \quad (\text{VI.5.})$$

Это означает, что большие смещения на высоких частотах должны сопровождаться очень большими скоростями и чрезвычайно большими ускорениями.

Представим, например, вибрирующий объект, который испытывает смещение 1 мм с частотой 100 Гц.

Максимальная скорость такого колебания будет равна 100 мм/с, а ускорение будет составлять  $10000 \text{ мм/с}^2 = 10 \text{ м/с}^2 \approx g$  ( $g$  – ускорение свободного падения). Если частота вибрации объекта возрастет до 1000 Гц, т.е. в 10 раз, то скорость также возрастет в 10 раз, а ускорение возрастет в 100 раз и составит  $\approx 100 g$ .

Таким образом, мы видим, что высокие частоты не могут сопровождаться большими смещениями, поскольку возникающие в этом случае огромные ускорения вызовут разрушение системы.

Примечательно, что «закрытые» системы (рис. VI.4.), с относительно низким порядком структурной организации, неорганического и органического происхождения, т.е. системы характеризующиеся **отсутствием** какого-либо вещественного, энергетического и информационного взаимодействия с окружающей средой, проявляют бóльшую устойчивость во времени.



Рис. VI.4. Системы с относительно низким порядком структурной организации неорганической и органической природы.

Рис. VI.5. Высокоорганизованные системы органической природы. Организмы.

Альтернативным условием устойчивого состояния произвольно выделенных атомно-молекулярных фрагментов подобных «закрытых» систем является полная синхронизация всех видов движения указанных фрагментов и окружающей их среды, а это эквивалентно нахождению **подобного в подобном**.

В качестве одного из множества примеров можно привести рост коррозионной устойчивости металлов при их изоляции от окружающей среды и снижение удельной скорости проникновения коррозии вглубь металла, в зависимости от масштаба изделия.

Последний факт свидетельствует о бóльшем энергетическом потенциале, сосредоточенном на поверхности раздела материальных систем и окружающей среды и обеспечивающий высокую скорость поверхностного взаимодействия.

Названный потенциал убывает с проникновением вглубь материальной системы, что обусловлено возрастающей синхронизацией параметров движения всех составных элементов системы.

Следует подчеркнуть, что ни в одном эксперименте межмолекулярные силы непосредственно не измеряются. Измеряются другие характеристики - угол отклонения при рассеянии в атомно-молекулярных пучках, коэффициенты переноса (данные по термофизическим свойствам газов и жидкостей и т. д.), функционально связанные с межмолекулярным потенциалом.

К перечисленным примерам можно отнести также процесс проникающего извне биологического повреждения материалов неорганического и органического происхождения, скорость которого также зависит от линейных размеров материала. Другими словами: интенсивность противодействия внутренних сил системы внешнему воздействию окружающей среды возрастает с увеличением ее линейных размеров, в следствие снижения отношения поверхности материальной системы к ее объему. Так, известно, что нейтроны, в «свободном» состоянии распадаются на протон, электрон и нейтрино, однако в ядрах атомов они проявляют высокую стабильность.

В рассмотренных примерах проявления т.н. внутренних сил, определяющих динамику движения в пространстве структурных элементов системы, как правило, **синхронизированы**, что является своеобразным фактором противодействия внешним силам, определяющим **асинхронный** по отношению к системе характер движения в пространстве структурных элементов окружающей среды.

Примечательно, что чем многочисленней в количественном отношении наличие синхронизированных в своем движении структурных элементов системы, тем большую **устойчивость** во времени она приобретает.

Напротив, высокоорганизованные системы органической природы, а также многоклеточные организмы проявляют бóльшую стабильность и сохраняют свои функции в случае, когда они представляют «**открытую**» систему, для стабильного функционирования которой необходимо постоянное обменное взаимодействие с материальной, энергетической и информационной составляющей внешней среды (рис. VI.5.). Например, растения перестают плодоносить и гибнут, если прекратить их полив, резко изменить температуру окружающей среды, или прервать освещение.

Система пищеварения и другие жизненно важные функции более высокоорганизованных организмов перестанет функционировать если заблокировать хотя бы один из трёх, обозначенных выше типов вещественного, энергетического и информационного обмена с окружающей средой.

К приведенным примерам также можно причислить все эффекты самоорганизации в неодушевленной и одушевленной среде: направленное структурирование в процессах кристаллизации, высокоизбирательное химическое превращение в условиях ферментативного катализа, биологическая эволюция, сопровождающаяся изменением генетического состава популяций, возникновение и развитие человеческого общества, и т.п.

Идея о том, что динамика системы может привести к увеличению ее организации, имеет долгую историю. Древние атомисты, такие как Демокрит и Лукреций, считали, что проектирующий разум не нужен для создания порядка в природе, утверждая, что при достаточном количестве времени, пространства и материи порядок возникает сам по себе.

Гипотеза об упорядочении в системе за счёт её внутренней динамики высказывалась также философом Декартом. Иммануил Кант использовал термин «самоорганизация» в своей «Критике способности суждения» (1790 год.), где он утверждал, что телеология (онтологическое учение об объяснении развития в мире с помощью конечных, целевых причин) является значимым понятием только в том случае, если имеется такая сущность, части или «органы» которой одновременно являются целью и средствами. Такая система должна быть способна вести себя так, как будто у нее есть собственный разум, то есть она способна управлять себя самой [199]. Идея Канта о самоорганизации планетарных систем Вселенной нашла свое отражение в выдвинутой им **небулярной гипотезе**, согласно которой планеты образовались из туманности за счёт притяжения и отталкивания: – свойств, внутренне присущих самой материи [200].

Необходимо заметить, что представления о спонтанном возникновении порядка и самоорганизации не тождественны. Так, второй закон термодинамики утверждает, что полная энтропия, иногда понимаемая как беспорядок и хаос, всегда будет увеличиваться с течением времени в изолированной системе. Это означает, что система не может самопроизвольно увеличивать свой порядок без внешней энергоинформационной связи, которая уменьшает порядок в других частях сопредельных систем.

В ходе самоорганизации некоторая форма общего порядка возникает из локальных взаимодействий между частями изначально неупорядоченной системы.

Процесс может быть спонтанным, когда имеется достаточное количество энергии, не требующей контроля со стороны внешнего агента. Результатом этого процесса является появление единицы следующего качественного уровня.

В 2008-09 гг. начала формироваться концепция управляемой самоорганизации. Этот подход направлен на регулирование самоорганизации для конкретных

целей, чтобы динамическая система могла достичь определенных аттракторов или результатов. Регулирование ограничивает самоорганизующийся процесс внутри сложной системы, ограничивая локальные взаимодействия между компонентами системы, а не следуя явному механизму управления или глобальному плану проектирования. Желаемые результаты, такие как увеличение результирующей внутренней структуры и (или) функциональности, достигаются путем объединения независимых от задач глобальных целей с зависящими от задач ограничениями на локальные взаимодействия.

Самоорганизующееся поведение социальных животных и самоорганизация простых математических структур предполагают, что самоорганизация должна быть и в человеческом обществе. Основными признаками самоорганизации обычно являются статистические свойства, общие для самоорганизующихся физических систем. Например, такие, как критическая масса, стадное поведение, коллективное мышление и другие, изобилуют в социологии, экономике, антропологии.

Многие явления из математики и информатики, такие как клеточные автоматы, случайные графы и некоторые примеры эволюционного моделирования и искусственной жизни, проявляют черты самоорганизации.

В роевой робототехнике самоорганизация используется для создания эмерджентной структуры [201].

В частности, теория случайных графов была использована в качестве обоснования самоорганизации как общего принципа сложных систем. Проектирование мультиагентных систем, способных представлять самоорганизующееся поведение, является активной областью исследований. Оптимизационные алгоритмы можно считать самоорганизующимися, поскольку они направлены на поиск оптимального решения задачи. Если решение рассматривается как состояние итерационной системы, то оптимальным решением является сходящаяся структура системы.

В зависимости от подхода к описанию самоорганизации в определение включают характеристики системы, тип внутреннего фактора, особенности процесса. Полученная в результате организация полностью децентрализована, распределена по всем компонентам системы. Как правило, организация устойчива и способна пережить или самостоятельно устранить существенные возмущения. В последнем случае также имеет место корреляция **интенсивности** внутреннего противостояния внешним силам и **масштаба**, противодействующего объединенного сообщества людей, связанных общими интересами, целями, религиозными, политическими взглядами и т.п.

## ГЛАВА VII

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И «УМНЫЕ» SMART-МАТЕРИАЛЫ

На протяжении многих веков энергоинформационное взаимодействие рассматривалось человеком как инструмент непосредственного, либо опосредованного взаимного общения, а также как форма организации совместной деятельности сообщества людей для участия в каких-либо масштабных мероприятиях, социальных проектах, создании информационных сетей управления технологиями и т.д.

В прошлом, целые эпохи человеческой цивилизации связанные с природой материалов вовлекаемых в техногенную сферу деятельности человека, и созданием относительно примитивных технологий превращения их в орудия труда были названы каменным, бронзовым и железным веками.

В течение долгого времени, вплоть до девятнадцатого столетия, в связи с невысокой сложностью и энергоемкостью использованных человеком орудий производства, ключевым элементом управления техногенными и природными факторами был, собственно, сам человек. По мере развития экономических, культурных интересов общества и реализации этих интересов, в результате антропогенной деятельности, создавались все более и более сложные технологии, механизмы и конструкции, которые, с одной стороны, делали существование человека более комфортным, а с другой – представляли определенную **техногенную опасность** при эксплуатации.

Так создание в XVII-XVIII веках паровых двигателей требовало разработки устройств для обеспечения их безопасной эксплуатации. Простым примером такого управления паровыми машинами являются выпускные клапаны для предохранения паровых котлов от достижения предельных параметров давления и взрыва.

Стремительное развитие физических и химических наук в двадцатом веке создало обширную теоретическую и инструментальную базу для создания новых искусственных материалов, а появление мощных компьютеров позволило преобразовать эту базу в различные методологии практического конструирования и производства новых материалов, превосходящих по эксплуатационным характеристикам известные природные аналоги.

В связи с этим, в настоящее время, стала очевидной потребность в искусственных материалах нового поколения и использования их как в биогенных, так и не биогенных технологиях, реализуемых в автоматическом режиме, а главное, без непосредственного участия самого человека в потенциально опасных для здоровья производственных циклах.



Таким образом на современном этапе развития цивилизации наступил период целенаправленного замещения природных материалов на искусственные, способные выполнять как роль конструкционных элементов, так и различного рода инженерные функции.

Такие материалы получили название «**интеллектуальные**» (англ. smart materials), свойства которых изменяются при воздействии каких-либо внешних факторов [202]. Такими факторами могут быть: механические нагрузки, электрическое или магнитное поля, температура, свет, влажность, химические свойства среды и др. Изменение свойств смарт-материалов по определению должно быть обратимым и многократно воспроизводимым.

В техническом сообществе имеют место обширные дискуссии по ряду вопросов, касающихся механизма функционирования смарт-материалов и смарт-конструкций, а именно, могут ли смарт-материалы действительно рассматриваться как подмножество смарт-конструкций несущих функции интеллектуальных объектов? [203].

Эти дискуссии иногда заводят в тупик вследствие междисциплинарной природы этой новой области приложения собственно интеллектуальной деятельности самого человека.

Создание и исследования смарт-материалов включают в себя такое многообразие технически различных областей, что для каждой из них стало распространенным полное непонимание как терминологии, так и текущего состояния проблемы.

Так в литературе зафиксированы различные термины: интеллектуальные, разумные, адаптивные, активные, чувствительные, мет-аморфные конструкции и–или материалы и–или системы. Если строго следовать словарным определениям, то очевидно, что слова интеллектуальный, разумный, адаптивный и т.д. являются различными по смыслу прилагательными.

**Интеллектуальность и разумность**, вообще говоря, отражают умственную деятельность, а термины **активный, адаптивный и метаморфный** «отвечают» за физическую (механическую) и физико-химическую реакцию объектов на внешнее воздействие.

Термин «активный» означает, что имеет место проявление только физического воздействия на объект без изменения характеристик его структуры, в то время как под термином «адаптивный» подразумевается, что результатом его деятельности являются также изменения существующей структуры (конфигурации

структурных элементов системы). Мет-аморфный, в свою очередь, означает целенаправленные серьезные физико-химические преобразования, происходящие в подвергаемых воздействию объектах.

Что касается терминов материал и структура, то они, по-видимому, отличаются только масштабом объектов. И, наконец, – система, которая подчеркивает коллективность компонентов, работающих совместно для достижения общей цели. Однако, при этом ее компоненты по отдельности могут служить цели, отличающейся от коллективной. Следует отметить, что в литературе термины разумный, интеллектуальный или адаптивный зачастую широко используются для описания одного и того же уровня функциональности.

Чувствительность же означает способность собирать информацию и быть осведомленным о том, что она собрана, но это не предполагает способности, создаваемых смарт-материалов на основе этого уровня информации предпринять соответствующие действия по изменению свойств контролируемых объектов.

В последнее время стало принято считать, что интеллектуальные, разумные, адаптивные, активные чувствительные и–или метаморфные материалы и конструкции представляют совершенно различные системы и имеют отличающиеся атрибуты. Смарт-материалы или смарт-конструкции можно охарактеризовать как системы, которые изменяют свои свойства в зависимости от изменений окружающей среды, которые они фиксируют.

Природа, как всегда, является главным ориентиром в созидательной деятельности ученых и инженеров, при создании новых многогранно функционирующих технических устройств, в которых идея проявляемых свойств основных элементов заимствуется у живой природы (рис. VII.1.).

Именно исследование заложенных природой свойств, проявляемых биологическими объектами в сочетании с результатами структурных исследований неорганических материалов определили возможность конструирования «умных» и **СМАРТ-материалов** [204].

В последние годы особое внимание исследователей сконцентрировано на двух типах материалов, которые наиболее удобны для встраивания в интеллектуальные системы в качестве датчиков или сенсоров. Это **оптические волокна и пьезоэлектрические материалы**.

Так, в Центре аэрокосмических исследований в Брауншвейге (Германия) создан композиционный материал из пьезокерамических волокон [205].



Рис. VII.1. Генезис «умных» и SMART – материалов

Встроенная в кузов автомобиля пластина из такого материала, если подвести к ней электрическое напряжение, способна практически полностью поглощать звуки и тем самым играть роль щита, надежно изолирующего салон от внешнего шума. Все дело в том, что интегрированные в пластину элементы из пьезокерамики гасят звуковые колебания, если подаваемое на элементы электрическое напряжение согласовано с параметрами генерируемого пьезоэлементами электрического сигнала.

Широкое применение пьезоэлектриков в качестве датчиков состояния эксплуатируемых технических устройств обусловлено их электрофизической характеристикой: – большой диапазон поглощаемых электромагнитных частот, возможность использования очень тонких слоев пьезоэлектрика при закреплении их на поверхности или при встраивании в матрицу материала (композита), отсутствие запаздывания регулирующего воздействия – механическая прочность.

В настоящее время чаще всего в качестве датчиков вместо пьезокерамики применяются пьезоэлектрические полимеры, такие как флуорид винилидена (polyvinylidene fluoride – PVDF), которые могут быть закреплены на поверхности любой конфигурации и любой, даже сильно искривленной, геометрии. Такие датчики способны «повторять» возможности человеческой кожи, определяя геометрические характеристики, такие как края и углы, температуру или различия материалы по их поверхностному рельефу. Так, чувствительность полосок PVDF является достаточно высокой для того, чтобы различать шрифт в книгах для слепых и сорта зернистости абразивных материалов.

Пьезокерамические элементы без особых проблем могут быть смонтированы в композиционный многослойный материал из углеродных волокон непосредственно в процессе его создания.

Конструкторы автомобилей знают, что самым значительным источником шума в салоне являются не звуки, проникающие снаружи, и не гудение двигателя, а вибрация элементов кузова. Причем, если традиционные методы звукоизоляции еще способны кое-как справиться с внешним шумом, то против шума, вызываемого собственно вибрацией кузова, они бессильны.

Между тем пьезокерамические элементы кузова могут не только с высокой точностью обнаружить источник такой вибрации и определить ее параметры, но и эффективно ее погасить.

Исследователи фирмы «Карл Шенк» в Дармштадте (Германия) предложили новый амортизатор оригинальной конструкции на основе электро-реологической жидкости. В его основу заложена субстанция, обладающая способностью изменять свою вязкость в зависимости от напряженности внешнего электрического поля. Причем диапазон этого изменения весьма широк: от текучей жидкости (в отсутствие внешнего электрического поля) до желеобразной, почти твердой консистенции (при соответствующей его напряженности). При этом процесс изменения вязкости протекает строго синхронно с изменением напряженности электрического поля [206].

Другой распространенный тип датчиков, созданных на основе волоконной оптики, может измерять напряженность магнитных полей, различного рода деформации, вибрации и ускорение, хорошо вписываются в процесс изготовления композитного материала. Они способны выдерживать деформации, сравнимые с размером самого композита и обладают малыми размерами, легким весом и просты в изготовлении; невосприимчивы к электромагнитной интерференции и в жестких условиях превосходят по чувствительности другие датчики [207].

Оптоволоконные датчики также могут быть легко интегрированы с другим оборудованием для удаленного контроля и позволяют проводить наблюдения за структурой композита в течение всех стадий его существования: изготовления, тестирования и эксплуатации.

Оптоволоконные датчики хорошо себя зарекомендовали как при полном встраивании в материал, так и при внешнем закреплении.

Для того чтобы быть пригодным к использованию, волоконный датчик должен: вызывать минимальные отклонения от заданного распределения упрочняющих волокон в композитном материале, по возможности не снижать механические свойства композита, – не допускать чрезмерного ослабления сигнала и не разрушаться в процессе встраивания.

Очень привлекательной выглядит пока еще реализованная в единичных, в основном лабораторных, приложениях идея применения смарт-материалов для

частично «излечивающих» себя конструкций, при малых их повреждениях, активацией растягивающейся арматуры (проводками), выпуском (выдавливанием) клея или другими путями [208].

Самовосстанавливающиеся системы и конструкции обладают лучшими эксплуатационными свойствами и более продолжительной работоспособностью по сравнению с обычными системами. Большая часть этих систем при появлении повреждения в ответ сразу же приступает к ремонту без внешней координации данного процесса. Механизм данного способа самовосстановления объектов также заимствован у биологических организмов.

Так известно, что большинство живых тканей или организмов могут излечить себя сами, при условии умеренных нанесенных повреждений. Например, после неглубокого пореза кожного покрова, тромбоциты вытекающей крови образуют сгустки, тем самым герметизируя поврежденный участок и позволяя коже восстановить себя. Трещина в костях залечивается за счет регенерации костного материала.

В связи с тем, что эксплуатационные характеристики большинства рукотворных материалов необратимо ухудшаются с течением времени из-за износа, хрупкого разрушения, усталостных напряжений, сдвиговых деформаций и других механизмов разрушения, притягательной идеей выглядит реализация вышеупомянутой способности их самовосстановления за счет проникновения специализированных технологических жидкостей в поврежденные участки изделий и восстановление их первоначальных функций.

Поскольку создаваемые человеком конструкционные материалы и инженерные системы становятся все более изощренными и имитируют все большие характеристики биологических систем, то в ближайшем будущем следует ожидать реализации множества подобных способов устранения возникающих под влиянием окружающей среды дефектов приводящих к их дисфункции.

Следует, однако, подчеркнуть, что биологические механизмы исцеления очень сложны и часто включают в себя много факторов, действующих одновременно. В частности, изучение биологических механизмов «залечивания» материалов показывает, что эти механизмы не всегда могут быть непосредственно привлечены для искусственных материалов.

На сегодняшний день самовосстановление наиболее успешно применено в полимерах, благодаря относительно большим скоростям диффузии в полимерные матрицы вводимых ингредиентов реанимирующих поперечные молекулярные связи.

Один из способов создания самовосстанавливающихся термореактивных полимеров состоит в использовании способности предварительно введенных в их состав отвердителей к повторному сшиванию полимерных цепей.

Так, в качестве примера можно привести термореактивный эпоксидный полимер, образованный реакцией эпоксидной смолы с полиэтиленполиамином. Эпоксидный полимер может служить в качестве залечивающего агента, который хранится в тонкостенных инертных хрупких макрокапсулах, встроенных в матрицу разрушающегося материала вместе с катализатором или отвердителем (также находящемся в матрице, но отдельно от катализатора). При распространении трещины капсула ломается, залечивающий агент высвобождается и распространяется в трещину по капиллярам. При этом залечивающий агент смешивается с катализатором в матрице, вызывая реакцию сшивки и затвердевания эпоксидной смолы, которая герметизирует трещины [209].

Весьма интересной областью практического приложения самовосстанавливающих свои рабочие функции материалов являются электротехнические изделия [210]. Так существуют различные варианты самовосстанавливающихся электрических предохранителей, которые различаются как конструктивными особенностями, так и принципом действия (рис. VII.2).

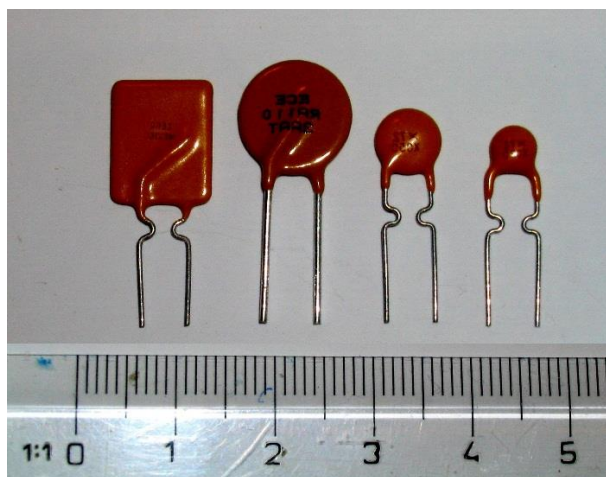


Рис. VII.2. Полимерные самовосстанавливающиеся электрические предохранители.

Высокой эффективностью характеризуются самовосстанавливающиеся электрические предохранители, изготавливаемые из композиционных материалов в виде полимерной матрицы с наполнителем из технического углерода.

В холодном состоянии частицы углерода, содержащиеся в полимере, образуют множество проводящих цепочек. Если через предохранитель начинает протекать слишком большой ток, он начинает нагреваться, в результате чего полимер

увеличивается в размерах. Как следствие этого, углеродные цепочки начинают разрываться, что вызывает рост сопротивления, и предохранитель нагревается еще быстрее. В конце концов, сопротивление предохранителя увеличивается настолько, что он начинает заметно ограничивать протекающий ток, защищая внешнюю цепь. Когда протекающий ток снизится до исходного значения, предохранитель остывает и его сопротивление возвращается к начальному значению.

Сопротивление в сработавшем состоянии зависит от типа используемого устройства, приложенного к нему напряжения ( $U$ ) и мощности, рассеиваемой на устройстве ( $P_d$ ). Величина этого сопротивления вычисляется по формуле  $R_t = U^2 / P_d$ . Увеличение сопротивления сопровождается нагревом предохранителя примерно до  $80\text{ }^\circ\text{C}$ .

Такие предохранители предназначены для многократного использования, они отличаются коротким временем восстановления, высокой безопасностью, миниатюрностью и широко применяются в компьютерах для защиты от электрических перегрузок.

Приведенными примерами далеко не ограничиваются области практического применения смарт-материалов. Их перечень можно значительно продолжить, но и этого будет недостаточно, чтобы описать все многообразие их свойств и широту возможного привлечения для создания нового поколения «умных» материалов будущего [211].

Резюмируя приведенные в данной работе рассуждения касательно существующего многообразия проявлений энергоинформационного взаимодействия в природе, еще раз отметим, что энергия перестает быть только физическим понятием, но и также распространяется на гуманитарные области научного знания.

Поэтому значение совместного исследования энергетических процессов и информационного обмена актуализируется в связи с формированием энергоинформационной картины мира, развитием системно-синергетического подхода к раскрытию сущности мироздания, и его научной парадигмы.

## VIII ГЛАВА

### ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИММУННУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА

Постоянно и повсеместно находясь под влиянием энергоинформационного воздействия природного и искусственного происхождения, человек безусловно становится экологически зависимым существом, что вызывает необходимость повышенного напряжения его адаптационных механизмов.

Природные факторы, влияющие на человека, весьма разнообразны и многочисленны, и тесно связаны с социальными сторонами его жизни.

Жизнедеятельность человека происходит в непрерывной взаимосвязи и взаимодействии частей организма на всех уровнях между собой и с окружающей средой. Все эти процессы строго скоординированы, что обеспечивает, с одной стороны относительное постоянство внутренней среды организма, а с другой – целесообразную текущую деятельность органов и систем и их приспособление к среде обитания.

Если же энергоинформационное воздействие имеет искусственное происхождение и формируется специально, то его цель – подчинить человека, сделать его управляемым и зависимым, «настроить» на выполнение определенных задач и функций. Этот тип воздействия целенаправленно изменяет энергетическую структуру человека, в результате чего изменяются физическое, эмоциональное и ментальное состояние.

Происходит принудительная перенастройка восприятия, формируется новая картина мира, взамен прежней, изменяется система приоритетов. Человек теряет способность критически мыслить, становится управляемым. Любая попытка объяснить ему, что его логика неверна, вызывает агрессию. Это, фактически, является кодированием человека, с целью контроля его мыслей, поступков, эмоций.

Конечно, на это состояние реагирует иммунная система и другие системы организма. Остановимся на этом вопросе подробнее.

Как известно, **иммунная система** какого-либо вида организмов и человека, в частности, представляет собой совокупность биологических структур и процессов, обеспечивающих защиту организмов от вирусных и бактериальных инфекций, токсинов, и различного рода нарушающих их нормальное функционирование воздействий окружающей среды физической, химической, биологической природы.

Для правильной и эффективной работы иммунной системы необходимо, чтобы она умела распознавать широкий спектр физических полей и патогенов ве-



щественной природы – от вирусов до многоклеточных паразитов, и отличать проявление их функциональных особенностей от свойств собственного здорового организма.

У многих видов имеются две иммунные подсистемы: **врожденная иммунная система** и **приобретенная (адаптивная) иммунная система** [212].

Обе подсистемы используют так называемые гуморальные механизмы, т.е. одни из эволюционно ранних механизмов регуляции процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемые через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость, слюну) с помощью гормонов, выделяемых клетками, органами и тканями. У высокоразвитых животных, включая человека, гуморальная регуляция подчинена нервной регуляции и составляет совместно с ней единую систему нейрогуморальной регуляции [213].

Данная система является одной из форм физиологической регуляции в организме человека и животных, при которой нервные импульсы и переносимые кровью и лимфой вещества (метаболиты, гормоны, а также другие нейромедиаторы) принимают совместное участие в едином регуляторном процессе.

Иммунную систему образуют органы и анатомические структуры, содержащие лимфоидную ткань и участвующие в образовании клеток, которые осуществляют защитную реакцию организма, создавая иммунитет (рис.VIII.1.).

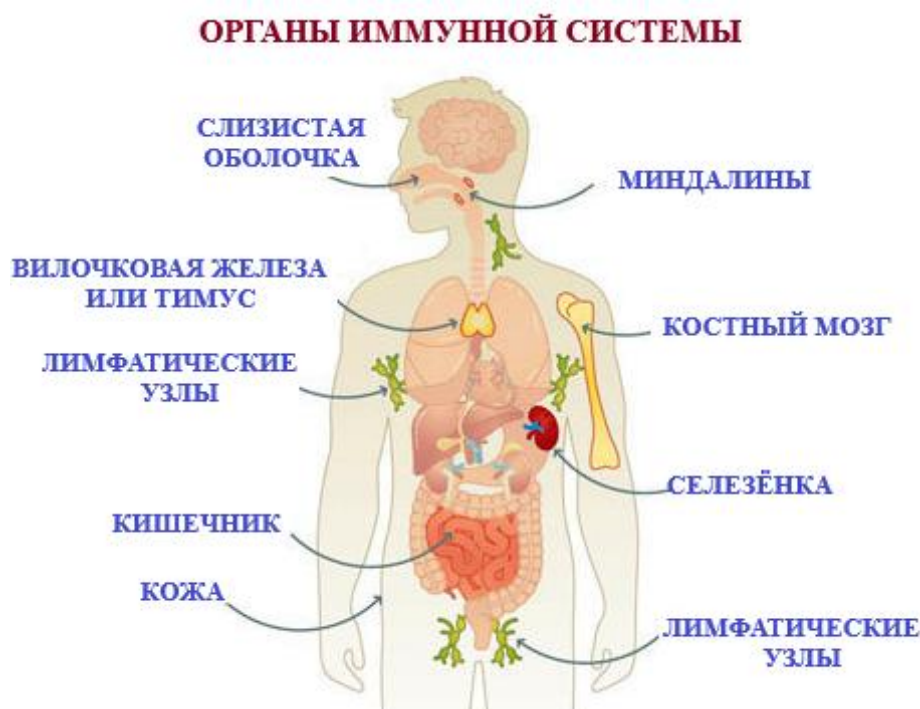


Рис. VIII.1. Иммунная система человека.

Не вдаваясь в подробности функционирования иммунной системы, что не входит в задачу данной работы, отметим, что иммунная система обеспечивает защиту организма от инфекций на нескольких уровнях с повышающейся специфичностью. Организм имеет физические барьеры, мешающие проникновению в него вирусов и бактерий. Если патогену удаётся их преодолеть, то он сталкивается с врождённой иммунной системой, которая обеспечивает быстрый, но неспецифический ответ. Врождённая иммунная система имеется у растений и животных.

У позвоночных, если патоген преодолевает врождённый иммунный ответ, он сталкивается со следующим рубежом защиты – адаптивной иммунной системой. Адаптивная иммунная система обеспечивает специфический иммунный ответ, направленный против конкретного патогена. После того, как патоген был уничтожен, адаптивная иммунная система «запоминает» его с помощью иммунологической памяти, благодаря которой при повторной встрече с патогеном организм сможет быстро развить специфический иммунный ответ против него.

Напомним, что адаптивная иммунная система появилась в ходе эволюции у высокоразвитых челюстноротых животных [214]. Одним из важнейших механизмов проявления адаптивной иммунной системы является **иммунологическая память**, благодаря которой организм развивает более сильный иммунный ответ на патоген после первой встречи с ним.

Например, основу вакцинации, которая задействует естественные защитные функции организма для формирования устойчивости к ряду инфекционных заболеваний и повышает эффективность иммунной системы, составляет именно иммунологическая память.

Иммунная система обеспечивает защиту организма от инфекций на нескольких уровнях с повышающейся специфичностью.

Так на первом уровне организм имеет **физические барьеры**, мешающие проникновению в него вирусов и бактерий. К ним относятся физические препятствия (кожа и слизистые оболочки), которые первыми предотвращают проникновение патогенов [215].

Кстати, микрофлора на кожных покровах и слизистой оболочки обладает колонизационной резистентностью и не позволяет внедряться чужеродным агентам за пределы эпителия. В слизистых оболочках человека находятся иммуноглобулины класса **A (IgA)**, которые предотвращают прохождение микроорганизмов в глубину тканей.

Как уже было отмечено, среди экологических факторов, влияющих на организм человека можно выделить процессы воздействия окружающей среды физи-

ческой, химической, биологической природы. Реакции адаптации (приспособления) организма к воздействию окружающей среды проявляются на уровне различных, и в первую очередь, регуляторных систем (нервной, эндокринной и **иммунной**).

Антропогенные процессы приносят дополнительный, весьма существенный вклад в совокупность факторов внешнего воздействия на организм и нередко приводят к срыву адаптационных возможностей организма при взаимодействии с окружающей средой.

Большинство специалистов, работающих в этой области, сходятся в том, что рассматриваемые процессы имеют **энергоинформационный характер**. В этом случае отличительными особенностями энергоинформационного воздействия на человека являются следующие [216]:

- материальной основой энергоинформационного взаимодействия является избирательный перенос и поглощение энергии структурированных физических полей (электромагнитных и акустических) между материальными объектами взаимодействия, происходящие волновым путем, при наличии резонирующих частот в воспринимаемом и распространяемом волновом потоке от индуктора к перципиенту.
- генерируемые источником энергетического возбуждения колебания окружающего пространства-поля и волновой характер распространения энергии, т.е. наличие областей максимального сжатия и максимального разрежения, является единственно возможным способом энергоинформационного обмена человека в материальных средах.
- информационный характер энергетического воздействия, реализуется исключительно при наличии у перципиента системы, основанной на резонансном принципе трансформации энергии поглощаемых электромагнитных и акустических волн в мыслительные образы – образы сознания.

Воспринимаемые образы, дополняемые различного рода ощущениями создают наиболее полное представление об объекте и вызывают ответную реакцию организма на полученную информацию.

С этой точки зрения **иммунная система** является своеобразным индикатором экологического комфорта или неблагополучия, поскольку она чутко реагирует на изменение условий окружающей среды.

До недавнего времени было принято считать, что на здоровье человека больше влияет наследственность, а не окружающая среда. Однако, ученые из Стэнфордского университета (Калифорния, США) недавно пришли к выводу, что

именно окружающая среда имеет большее влияние на состояние иммунной системы организма человека, чем наследственность [217].

Свои выводы американские ученые сделали в результате исследований, в которых приняли участие монозиготные и дизиготные близнецы. Такие близнецы появляются из одной и из двух яйцеклеток, разделившихся в стадии дробления на несколько частей.

Монозиготные близнецы в отличие от дизиготных имеют идентичные генотипы (они одинаковы практически на 100%), несмотря на небольшие ошибки копирования при делении клеток.

Так как монозиготные и дизиготные близнецы имеют одинаковую среду в утробе матери, а родившись, они, как правило, находятся в одной среде обитания (во всяком случае, в детстве), то это делает их отличным материалом для исследования влияния наследственности и окружающей среды на иммунную систему и на здоровье человека в целом.

В итоге было обнаружено, что именно окружающая среда формирует большинство компонентов иммунной системы человека, фактически определяя результат ее функционирования. Причем экологическое доминирование в иммунной системе более ярко выражено для пожилых людей в возрасте от 60 лет и старше.

Т.е. чем дольше человек живет, тем сильнее окружающая среда влияет на его иммунную систему. Поэтому формирование адаптивной иммунной системы в большей степени является результатом приспособления человека к различным экологическим средам.

На начальном этапе своего развития человек взаимодействовал с естественной окружающей средой, которая была представлена в основном объектами биосферы.

С возникновением и расширением техногенной деятельности человека стали появляться ранее отсутствующие искусственные источники вещественных и энергетических воздействий на биосферу.

К искусственным источникам относятся технические средства, специально созданные для излучения энергии электромагнитного поля, например, различные системы связи, радиолокационные установки, радио и телевизионные вещательные станции.

К обычным источникам искусственных радиочастотных полей относят: мониторы и видеодисплеи (3–30 кГц), радиосвязь и радиовещание (30 кГц – 3 МГц), промышленные индукционные нагреватели, аппараты для термической сварки,

аппаратура для медицинской диатермии (30 кГц – 30 МГц), радиовещание на основе метода частотной модуляции (30–300 МГц), телевидение, мобильные телефоны, микроволновые печи, аппаратура для медицинской диатермии (0,3–3 ГГц), радары, спутниковые линии связи, СВЧ-связь (3–30 ГГц), а также различное радиотехническое оборудование СВЧ- и КВЧ-диапазонов (3–300 ГГц).

Интенсивность искусственных источников излучения в местах их использования может значительно превышать естественное фоновое излучение, более чем 1000 раз.

Электромагнитное излучение имеет широкий диапазон энергий и различные источники: гамма-излучение атомных ядер и тормозное излучение ускоренных электронов, радиоволны (рис. VIII.2), основные характеристики электромагнитных излучений приводятся в таб. VIII. 1.

Отметим, что создаваемое в результате техногенной деятельности человека электромагнитное излучение со свойствами ему параметрами ранее никогда не существовало в природе и негативный эффект от его длительного воздействия только начинает проявляться.

Считается, что опасность этого воздействия обусловлена тем, что наш организм, точнее, его информационные системы, используют в своей работе «естественные» электромагнитные сигналы, гораздо более слабые, вследствие чего внешние электромагнитные воздействия становятся причиной множества биологических расстройств, обусловленных **резонансным воздействием** внешней частоты на частоту информационной системы клеток.

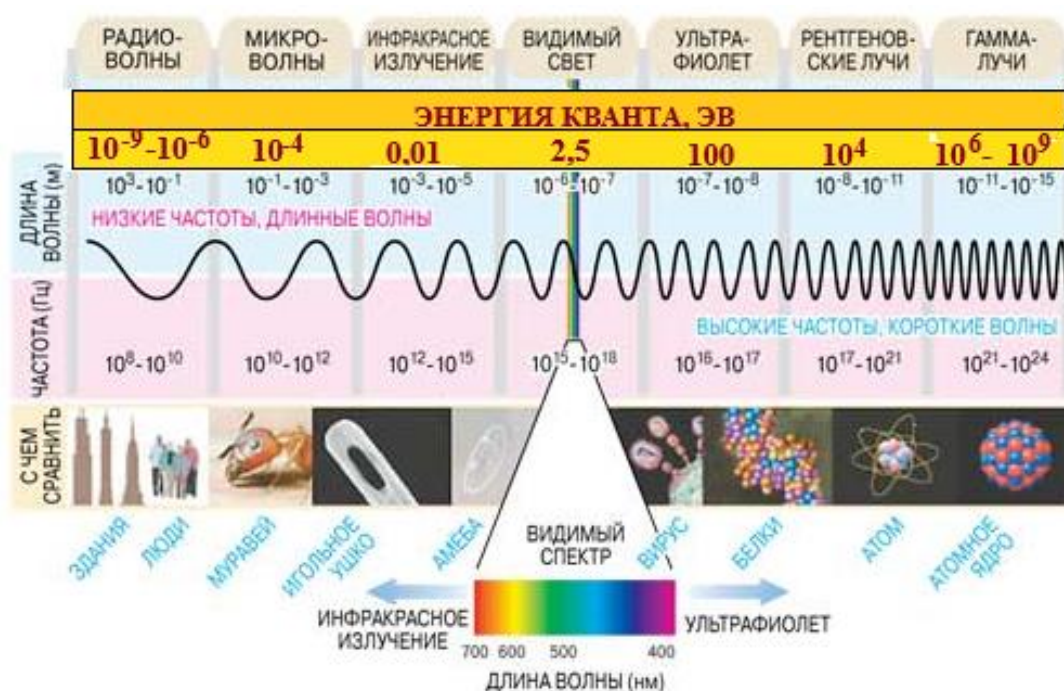


Рис. VIII.2 Виды и параметры электромагнитного излучения.

Другим источником искусственного электромагнитного поля являются устройства, создающие во внешнем пространстве **паразитные электромагнитные излучения**, не связанные с названными выше функциональными назначениями.

Как правило параметры этих излучений находятся за пределами чувственного восприятия человека.

Таблица VIII.1.

## Основные характеристики электромагнитных излучений

Название диапазона		Длина волны	Частота	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	Более 10 км	Менее 30 кГц	Атмосферные и магнитосферные явления. Радиосвязь.
	Длинные	10 км – 1 км	30 кГц – 300 кГц	
	Средние	1 км – 100 м	300 кГц – 3 МГц	
	Короткие	100 м – 10 м	3 МГц – 30 МГц	
	Ультракороткие + СВЧ	10 м – 1 мм	30 МГц – 300 ГГц	
Инфракрасное излучение		1 мм – 780 нм	300 ГГц – 429 ТГц	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях.
Видимый свет		780 нм – 380 нм	429 ТГц – 750 ТГц	
Ультрафиолетовое излучение		380 нм – 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14}$ – $3 \cdot 10^{16}$ Гц	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов.
Рентгеновское излучение		10 нм – 5 пм	$3 \cdot 10^{16}$ – $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц.
Гамма-излучение		менее 5 пм	более $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад.

Распространено мнение, что это искусственное электромагнитное излучение (ЭМИ), которое может быть в миллион раз сильнее того, что естественным образом присутствует в организме, – одна из причин того, что все больше и больше людей страдают нервными расстройствами, проблемами с концентрацией внимания, головными болями, ухудшением сна, потерей жизненных сил, снижением умственных и физических возможностей. Кроме того, длительное воздействие электромагнитных волн разрушает иммунную систему человека, что создает основу для различных хронических заболеваний.

Немецкие врачи проводили исследования специфических реакций организма на низкочастотное поле, модулированное СВЧ-сигналами GSM-диапазона (они используются в сотовых телефонах). По их мнению, различные симптомы дискоординации биоритмов в головном мозге, вплоть до разрушения иммунной

системы и значительного риска раковых заболеваний, могут быть объяснены низкочастотными пульсациями мобильной связи.

Все это говорит о том, что электромагнитные поля могут воздействовать на здоровье людей (вернее, не могут не воздействовать, раз в наших организмах есть собственные электромагнитные сигналы). Но механизм этого воздействия до конца неясен и нуждается в дальнейших исследованиях.

Ученые никак не могут определиться с тем, насколько вредно ЭМИ и что именно составляет проблему. Одни утверждают, что опасность несут сами электромагнитные волны. Другие говорят, что данное явление само по себе естественное и угрозы не несет, а вот то, какую информацию это излучение передает организму, часто оказывается для него разрушительным.

В пользу последней версии приводят результаты экспериментов, свидетельствующие, что электромагнитные волны имеют информационную, или торсионную, компоненту. Некоторые ученые из Европы, России и Украины утверждают, что именно торсионные поля, передавая какую-либо негативную информацию организму человека, наносят ему вред [218].

Однако для того, чтобы проверить, насколько сильно информационная компонента разрушает здоровье и до какой степени наш организм может ей противостоять, надо провести еще множество опытов. Ясно одно – отрицать влияние электромагнитного излучения на организм человека, по меньшей мере, беспечно.

Поскольку атмосфера Земли полна разнообразных по параметрам источников естественного и искусственного электромагнитного излучения, то есть такая его частота, которая или хорошо влияет на здоровье, или с ней наш организм успешно справляется.

Вот безопасные для здоровья нормы напряженности электромагнитного для диапазонов частот:

- \* 30-300 кГц, возникающие при напряженности поля 25 В/м,
- \* 0,3-3 МГц, при напряженности 15 В/м,
- \* 3-30 МГц – напряженность 10 В/м,
- \* 30-300 МГц – напряженность 3 В/м,
- \* 300 МГц-300 ГГц – напряженность 10 мкВт/см<sup>2</sup>.

При таких частотах работают мобильные телефоны, радио и телеаппаратура. Предел для высоковольтных линий установлен на частоте 160 кВ/м, однако в реальной жизни они выдают ЭМИ излучение в 5-6 раз меньше данного показателя.

Если интенсивность ЭМИ отличается от приведенных показателей, такое излучение способно нанести вред здоровью.



Слабое электромагнитное излучение с низкой мощностью (напряженностью) и высокой частотой опасно для человека тем, что его интенсивность совпадает с частотой его биополя. В связи с этим, возникает резонансное взаимодействие излучающей системы и организма, что провоцирует развитие различных заболеваний, особенно в тех звеньях организма, которые до этого уже были чем-то ослаблены.

ЭМИ обладает способностью накапливаться в организме, в этом его наибольшая опасность для здоровья. Такие накопления постепенно ухудшают состояние здоровья, понижается иммунитет.

На рис. VIII.3. приведены среднестатистические показатели электромагнитного излучения наиболее распространенных в жизнедеятельности человека источников, и превышение ими предельно допустимых норм.

Желательно, чтобы приведенные данные были приняты читателем во внимание при оценке и распределении времени нахождения в зоне действия соответствующего источника электромагнитных излучений.



Рис. VIII.3. Показатели электромагнитного излучения различных источников и уровень превышения допустимых норм для человека.

В течение последних лет различными авторами выдвигалось множество гипотез и теорий, претендующих на создание физических моделей, описывающих механизм генерации и распространения энергоинформационных полей, влияющих на организмы человека и животных. Среди них необходимо отметить теорию



физического вакуума (Г.И.Шипов), торсионных полей (А.Е.Акимов), микролептонных полей (А.Ф.Охатрин), и т.п. [219].

К сожалению, практически все эти разработки пока не находят должного статистически достоверного экспериментального подтверждения.

В настоящее время многие ученые, придерживающиеся положений традиционной физики, считают, что большинство явлений, связанных с энергоинформационным взаимодействием, можно объяснить исходя из существующих, принятых наукой, представлений о физических полях и их комплексного воздействия на природные объекты и человека.

В частности, наиболее остро стоящая перед обществом проблема энергоинформационной безопасности человека связана с резонансным эффектом воздействия низкоэнергетических электромагнитных полей и излучений. Это подтверждается результатами низкоэнергетического физиотерапевтического лечения и результатами экспериментальных исследований, полученными с помощью, созданной в последнее время сверхвысококочувствительной измерительной аппаратуры.

Острота проблемы энергоинформационной безопасности человека в современных условиях обусловлена наличием большого количества энерго-излучающих систем сверхвысокочастотного (СВЧ – 3 ...30 ГГц) и крайне-высокочастотного (КВЧ – 30 ...3000 ГГц) диапазонов, оказывающих влияние на здоровье и психофизическое состояние людей.

Известно, что именно СВЧ- и КВЧ-излучения оказывают наиболее сильное воздействие на клетки организма и, следовательно, на его функционирование. В связи с этим СВЧ- и КВЧ-облучение широко используется в физиотерапии. При этом «оптимальные» величины энергетических параметров воздействия внешних физических факторов с лечебно-профилактической целью соответствуют малым и сверхмалым дозам при плотности потока мощности не более  $50 \text{ мкВт/см}^2$  [220].

Определено, в частности, что воздействие сверхслабых СВЧ и КВЧ электромагнитных излучений при плотности потока (мощности) порядка  $5 \text{ мкВт/см}^2$  существенно влияет на свойства физиологических систем и изменяет протекание физиологических процессов [221].

Это обусловлено следующими обстоятельствами :

- во-первых, частоты колебаний внутриклеточных структур совпадают с частотами СВЧ- и КВЧ-диапазонов (частоты колебаний ДНК –  $2 \cdot 10^9 \dots 9 \cdot 10^9$  Гц, хромосом –  $7,5 \cdot 10^{11} \dots 1,5 \cdot 10^{13}$  Гц, генома клетки человека –  $2,5 \cdot 10^{13}$  Гц, что свидетельствует о сродстве воздействующего физического фактора и воспринимающей биологической структуры;

- во-вторых, мощность излучения собственного электромагнитного поля клетки, обеспечивающего энергоинформационный обмен между клетками, составляет  $10^{-23}$  Вт/Гц, или, например, на частотах  $3 \cdot 10^9$  Гц и  $3 \cdot 10^{11}$  Гц -  $3 \cdot 10^{-14}$  и  $3 \cdot 10^{-12}$  Вт соответственно;
- в-третьих, биологические системы высокого уровня организации, прежде всего люди, могут реагировать на подпороговые по интенсивности сигналы, ибо обладают способностью их суммировать, причем чем выше уровень организации биосистемы, тем выше чувствительность к сигналам.

Основой саморегуляции в живом организме является информационный обмен, соответствующее построение, передача и восприятие информационных управляющих сигналов. В открытых системах причиной активности и самодвижения являются отклонения параметров объекта от нормы при его взаимодействии с внешней средой. Именно благодаря отклонению возникает его отражение, информация, обратная связь, которые в конечном итоге формируют контуры циркуляции информации, образуя функциональные системы.

Исследования показали, что пространственно-временная структура внешнего макромира через непрерывно повторяющийся ряд воздействий трансформировалась в химический статус молекулярного микромира живых существ, способствовала превращению химических структур в структуры функциональные.

Ответы на вопросы о возможностях и способах внешнего информационного воздействия на биообъекты и, в частности, на человека кроются в правильном понимании механизма управления как специфически организованной формы движения материи, механизма реализации программ развития и функционирования организма человека, процесса синтеза информации и иерархии этого процесса.

Немецко-британский физик Герберт. Фрелих в 1977-1988 гг. обосновал теоретически и получил экспериментальные доказательства факта продуцирования живыми клетками переменных электромагнитных полей [222]. Им была разработана общая теория когерентных колебаний в биологических системах. Советский физик-теоретик Александр Сергеевич Давыдов в 1986 г. описал возбуждение, делокализацию и движение электронов вдоль пептидных цепей белковых молекул в форме уединенной волны - солитона, что дополнило модель Г. Фрелиха [223].

Эти фундаментальные теории расширили и углубили понимание идеи кодовой иерархии биосистем.

Стало понятно, что эндогенные поля организма автоматически модулируются структурой биосистемы и несут соответствующую информационную нагрузку.

Обобщенные эмпирические данные о реакциях биосистем на различного рода внешние физические воздействия свидетельствуют о том, что минимальная пороговая интенсивность воздействующего энергоинформационного сигнала определяется чувствительностью данной системы, а максимальная сопоставима с ее энергетическим обменом (см. также иллюстрацию VIII.3).

На основе приведенных данных можно сделать вывод о том, что реакция клеток человеческого организма на воздействие СВЧ- и КВЧ-излучений начинается при уровнях воздействия не более  $10^{-23}$  Вт/Гц. Это подтверждается в частности тем, например, что в технологиях "Ситько-МРТ" в КВЧ-терапии используются сверхнизкие интенсивности электромагнитных излучений порядка  $10^{-20}$ .. $10^{-21}$  Вт/Гц·см<sup>2</sup> или  $3 \cdot 10^{-10}$  Вт/см<sup>2</sup>. Результаты исследований других авторов подтверждают, что энергетичность клеточных структур составляет  $10^{-10}$  Вт/см<sup>2</sup>, или  $10^{-19}$  Вт/Гц·см<sup>2</sup> в СВЧ-диапазоне, а чувствительность биологических объектов к электромагнитным излучениям -  $10^{-16}$  Вт/см<sup>2</sup> [224].

Широко известные еще в бытность СССР телевизионные эксперименты с целительными сеансами Чумака и Кашпировского показали реальную возможность влияния на состояние здоровья и, прежде всего, психики населения целой Страны Советов. Понятно, что любые знания можно применять, по крайней мере, двояко: во благо и во вред. Конечно, можно было бы провести эти телесеансы во всеобщее благо. Можно было бы предварительно разъяснить зрителям хотя бы основные причинно-следственные факторы возникновения тех или иных болезней, как это делается, правда, с переменным успехом в современной телевизионной программе «Здоровье» с Еленой Малышевой [225].

Однако, после объявленных «перестройкой» демократических преобразований в обществе, начинающая набирать обороты **«Система массового влияния»** преследовала совершенно другие цели: провести всеобщее зомбирование растерянного и утратившего былую уверенность населения и его оболванивание. И проведено это было «великолепно».

Еще один пример энергоинформационного воздействия на массы. О пресловутом 25-м кадре и влиянии рекламы на подсознание людей написано много. Поэтому не будем повторяться, а рассмотрим техногенное энергоинформационное влияние СМИ на биологические объекты, в том числе и на человека. Все современные приборы, как правило, содержат полупроводниковые элементы, изготовленные из кремния, германия, арсенида галлия, кристаллические решетки которых называются алмазо-подобными. Поэтому полупроводниковые кристаллы независимо от того, включен прибор или нет, оказывают структурирующее влияние на пространство на любом от себя расстоянии. Это уникальное свойство

кристаллов в последнее время стали широко применять в технологиях изготовления так называемых психотропных генераторов [226].

Рассмотрим феномен техногенного энергоинформационного воздействия на примере телевидения и компьютерной техники. При просмотре телепередачи неизбежно происходит энергоинформационный обмен.

Телезрителю предлагают информацию, а взамен забирают энергию. Воздействие оказывается в комплексном виде: эмоциональный фон, 25-й кадр, совмещение обычного изображения с компьютерной обработкой информации. Такие «произведения» психотронного «искусства» предварительно отработывались на воинских подразделениях при подготовке «пушечного мяса» для «горячих точек». Потом это тиражировалось и сбрасывалось «широкому зрителю».

Естественно, существует целый ряд приемов, позволяющих добиться максимального эффекта воздействия. Например, несколько лет назад проводилась конференция психологов и психиатров всего мира, на которой обсуждался вопрос «феномена» бразильских телесериалов на российском телевидении. Заключение ведущих специалистов было практически единодушным – имело место **суггестивное воздействие** (внушающее воздействие, обходящее сознательный контроль, идущее в обход разума через прямые либо косвенные внушения) [227].

Причем, чем тупее сериал, тем мощнее сказывался эффект. Главные герои этих энергоинформационных «жвачек» обычно оторваны от реальной жизни – полный антипод жителей нашей страны. Переводы этих фильмов обязательно составляются по методам нейролингвистического программирования сознания. И обязательно на самом интересном месте – реклама. При этом громкость звучания рекламы в 1,5 раза выше громкости звука в фильме, в который эту рекламу вклинивают. Чем умнее содержание фильма или передачи, тем глупее должна быть реклама. А в музыкальной передаче или в концерте обязательно должна применяться резкая смена кадров, мигание разноцветных прожекторов. Если вы внимательно просмотрите такие передачи, то всегда найдете включенные в них изображения пентаграмм.

Психотропное мракобесие особенно усиливается в периоды проведения предвыборных компаний. Умело состряпанные агитационные видеоклипы в сочетании с воздействием магических кланов на правое полушарие мозга телезрителя довершают работу Системы по подготовке «всенародных демократических выборов». Потом «избранник» начинает править, а мы удивляемся: как же мы могли его выбрать, куда глаза у всех глядели?! А они глядели в – телевизор!

Основная задачи рекламы не только и не столько заставить купить «сникерсы с крылышками», сколько – вывести телезрителей из себя: «Ну надо же, на

самом интересном месте опять в сотый раз эту пакость показывают!!!» Вот вам и стресс, при этом иммунная система полностью раскрывается, и с человеком можно делать все, что необходимо Системе. Чем глупее передача, тем выше результат зомбирования. Вместе с информацией обязательно подаются прихот-ронные факторы, вызывающие негативные эмоции. Зрителю подают «интеллектуальную жвачку», а взамен снижают его интеллектуальный потенциал. Телевизионные антенны направлены на центральное передающее устройство. Там общий потенциал телезрителей суммируется и... уходит потребителю – Системе. При этом соблюдаются все законы Мироздания! Ведь никто не заставляет смотреть мордобойные боевички, бразильские сериалы, а также «супер интеллектуальные» передачи «Угадай мелодию», «Поле чудес» и т. п. При этом сам факт просмотра телепередач, как это было показано на примерах сеансов Кашпировского и Чумака, является всего лишь синхронизатором для запуска зомбирующих программ в действие.

Многие, наверное, обратили внимание на постепенное снижение интеллектуального уровня основных программ. Если в былые годы в песенных конкурсах нужно было назвать не только песню, но и имена авторов, первых исполнителей, какие еще песни были написаны этими авторами, то теперь в «Угадай мелодию» все сведено до уровня рефлексов Павлова: «Ля-ля-ля... тра-ля-ля...». Еще лучше магические приемы отождествления срабатывают в «Поле чудес». Во весь экран лицо игрока, в муках напрягающего единственную извилину, а зритель у экрана уже угадал эту заветную последнюю букву.

Дальше – сильнейший эмоциональный взрыв: «Вот болван, да был бы я на его месте, уже бы домой на «Мерседесе» ехал!» Вот вам и добровольный принцип магического отождествления: я на его месте. Но наиболее интенсивно срабатывает эффект «подарков»: не надо объяснять, какие эмоции это вызывает в стране с нищим и голодающим населением. Но этого мало! Нужно еще и слюнно-выделительный рефлекс вызвать. Очень хорошо для этих целей народу, месяцами не получающему зарплату и давно забывшему, что такое вообще еда, показать «Завтрак от Роксаны», «Смачное» приготовление цыпленка табака от Макаревича...

А мало-мальски интеллектуальные передачи лучше всего показывать часика в два ночи. Вроде бы показали, и никто не виноват, что у вас не хватило сил дожидаться и посмотреть.

Эта ситуация в последние годы развилась не только на российском телевидении. Это всеобщий мировой бич! Во всем мире основной репертуар TV содержит всего четыре направления: ужастики-новости, кулинария и спорт, тупые се-

риалы и секс. Практически полностью с экранов исчезли вредящие для Системы программы о феноменальных явлениях: «Эльдорадо» Вадима Белозерова, «НЛО – необъявленный визит» Александра Мяченкова, и т.п.

Но, что представляет собой телевидение по сравнению с компьютерными сетями, в которые попадают, в первую очередь, самые умные, и прочими электронными игрушками!

Чем больше вас окружает электроприборов, тем меньше шанс оставаться здоровым. Посмотрите на хваленых американцев: практически у всех нарушения эндокринной системы – расплата за неумеренное применение электроприборов в быту.

Конечно, невозможно разом отказаться от современной техники и выбросить все приборы на помойку. Однако надо понимать, что технократический, бездуховный путь развития является тупиковой ветвью эволюции.

На Федоровских чтениях в 1990 году в Москве с докладом выступил один из участников белорусского эксперимента [228]. Группе энтузиастов борьбы за чистоту генофонда тогда удалось отвоевать у администрации довольно большую территорию. Они ее огородили и создали резервацию. Каждый в нее входящий раздевался догола и оставлял все, связанное с современной цивилизацией, за оградой. Потом они повязывали себе набедренные повязки, рыли землянки, разводили огороды... Можно внешне уйти от цивилизации. Но ведь астрально и ментально адепты этой секты все равно оставались связанными со всей ноосферой проявлениями техногенной деятельности цивилизации: самолеты продолжают летать над этой территорией, да и от искусственных электромагнитных полей не заземлишься! Даже если бы этой резервации и удалось просуществовать несколько поколений, рано ли или поздно кто-нибудь опять додумался бы до изобретения оружия и все бы началось сначала. Уж Система об этом позаботилась.

Так ли могущественна техногенное энергоинформационное воздействие, как это преподносится в СМИ? Человек Разумный практически прозрачен для ее воздействий. И несмотря на то, что почти у всех хватает ошибок в «послужном списке» существования на этой планете, от воздействий этой магии все-таки можно защитить и себя, и окружающих. Не забывайте, что сильнее человеческих мыслеобразов в мире ничего нет! В этом надо быть уверенным, и тогда ничто, и никто не сможет изменить результат материализации ваших мыслеобразов.

Насколько новые технологии сотовой связи **5G** безопасны с точки зрения воздействия на биосферу и человека? К сожалению, однозначного ответа на этот вопрос пока нет. Так же, как мы не знаем, как воздействуют технологии сотовой связи предыдущих поколений – 4G, 3G, и вплоть до пейджерной связи.

Исследований с надёжно установленной положительной корреляцией излучения от мобильных устройств с конкретным заболеванием нет, как нет работ, опровергающих такую связь, а об эффектах в долгосрочной перспективе говорить ещё рано.

Известно, что технология 5G не добавляет ничего кардинально нового к предыдущим системам на физическом уровне, и вопрос о долгосрочном воздействии 5G так же открыт, как и для них.

Двадцатипятилетний опыт сотовой связи, и более чем столетний – радиосвязи, а также то, что мы знаем из области физики и биологии электромагнитного излучения говорит, что, возможно, **фатальных краткосрочных** последствий нет. Но если бы не эпидемия, технология 5G так же плавно пришла бы на смену предшественникам, как мобильный интернет на смену коммутируемому доступу в Интернет (внедрение 3G и прочих, насколько нам известно, не сопровождалось поджогом вышек).

Есть ли связь между сотовой связью нового поколения и эпидемией нового вируса? К сожалению, есть. Искать её следует в области социологии и массовой психологии, и она оказывается такого же характера, как связь эпидемии и извержений вулкана: в разгар локдауна известия о последних вызвали повышенное внимание и усилили у людей ожидания чего-то нехорошего от мироздания. То же произошло с новой технологией передачи данных, которая во многих местах только начала проходить пилотные испытания.

Конспирологи, как всегда, недолюбливали каждый новый стандарт связи, но время прихода 5G оказалось настолько неудачным, что обвинения сторонников заговора упали на благодатную почву. Реакция радикально настроенных «активистов» не заставила долго ждать. Известно о некотором количестве случаев поджога или порчи вышек, в частности, в Великобритании и Нидерландах [229].

Более того, вышки 5G пытаются уничтожить даже там, где их ещё нет.

За неимением устройств нового стандарта перепуганные люди иногда довольствуются поджогом обычных вышек сотовой связи, как это недавно сделали в Осетии [230].

Появившиеся к концу XX столетия в научном мире теоретические предположения о ноосфере, космосе, едином информационном поле Вселенной, а также некоторые результаты экспериментальных исследований формируют научное мнение о том, что человек соединен с окружающей его живой и неживой средой многочисленными и разноуровневыми причинно-следственными связями [231].

Внимание к данной научной проблеме мотивировано в основном тем, что появилось новое научное понятие «**энергоинформационная безопасность**», которое нужно понимать, как **состояние защищенности психофизиологической природы человека и человечества от внешних факторов угроз искусственного и естественного происхождения в виде излучений в окружающей среде (атмосфере, космосе).**

Для научного обоснования факторов энергоинформационного воздействия на биологические объекты во всем мире активно развивается научное исследование свойств (причинно-следственных связей) энергоинформационного обмена между физическими полями и биологическими объектами. Данное направление исследований мотивируется необходимостью прогнозирования и создания методов и средств дистанционного управления поведением как отдельными личностями, так и группами людей. При этом следует подчеркнуть, что разработки таких средств (по критериям военного и политического аспектов) можно сравнить с состоянием монопольного владения ядерным оружием.

Реальные возможности воздействия энергоинформационных индукторов на человека, выявленные в результате многочисленных экспериментов, в том числе совместно проводимых специалистами Московской академии комплексной безопасности и Международной академии энергоинформационных наук, свидетельствуют о существовании научных проблем в данной области. По заявлению члена конгресса США Ч.Роуза, современные технологии психотропного оружия можно считать «более чем реальными... Психотропное оружие может сделать устаревшим любое другое».

Под **энергоинформационными взаимодействиями**, в плане использования психотропного оружия будем понимать **слабые прямые (на информационном уровне) воздействия, не приводящие к значительному «энергетическому» изменению в системе, но влияющие на ее последующее глобальное поведение.**

Исследование таких процессов существенно осложняется тем, что энергоинформационные воздействия зачастую реализуются при таких малых интенсивностях и энергозатратах, которые не фиксируются существующими техническими средствами.

Сравнительный анализ свидетельствует, что самые совершенные технические системы, созданные человеком, в лучшем случае только приближаются по чувствительности (10 Вт/см) к показателям рецепторов живых систем. Это, разумеется, мотивирует возникновение сомнений в существовании самих энергоинформационных взаимодействий.



Вместе с тем существует ряд научных результатов в параллельных областях науки, которые привлекают внимание к энергоинформационным взаимодействиям в природе.

В связи с этим необходимо отметить актуальность рождения таких научных дисциплин, как эниология и секьюритология, которые являются интегральными науками об энергоинформационном обмене в природе и обществе, в центре которых стоит человек со своими возможностями [232].

Человек живет в природно-экологическом пространстве, включающем в себя электромагнитные, гравитационные и другие (пока еще не известные) поля и излучения. Уникальность природы энергоинформационного аспекта в том, что информационное воздействие, проходящее при малой энтропии, способно вызывать в биологической среде процессы, энергетика которых на много порядков выше затрат на внедрение в них информации. Иными словами, энергоинформационное воздействие имеет характер «спускового механизма» реализации перехода количества в качество.

Человек представляет собой сложную психофизиологическую систему органов и подсистем, которые в течение его жизни согласованно работают при любых изменениях внутренних и внешних условий, адекватно реагируя на них. Циркуляция разноуровневых потоков информации в человеке возможна лишь при малой интенсивности.

Информационный характер наблюдаемых явлений в психофизиологии человека хорошо объясняет причину изменений при облучении живых тканей и отсутствием таковых, если облучаются мертвые ткани.

По имеющимся в открытой печати сведениям можно сделать вывод о том, что к таким технологиям могут быть отнесены технические средства, генерирующие модулирование сверхвысокочастотных, лазерных, ультразвуковых и других волн. Эти средства, однако, могут быть использованы как для негативного воздействия на человека (в качестве оружия), так и для его лечения.

Последнее свойство позволяет успешно скрывать технологии энергоинформационного оружия. Исследования, проведенные в ряде организаций, показали, что биологические объекты чувствительны к электромагнитным излучениям с плотностью в пределах  $10^{-16}$  -  $10^{-3}$  Вт/см. При таком облучении у людей наблюдали резкое изменение электроэнцефалограммы. При плотности более  $10^{-4}$  Вт/см и частоте 0,2-3 ГГц у человека в голове возникают звуковые ощущения. Если такое излучение модулировано низкими частотами, то подобным образом ему можно передавать информацию как программы к действию, то есть дистанционно можно воздействовать на человека с помощью специальных технических

средств. По оценкам академика В.М.Котлякова, созданные человеком мощности порядка  $10^{13}$  Вт, пересчитанные в поток информации, равный  $10^{34}$  бит/с, намного превосходят мощность совокупности всех современных компьютеров, не превышающую  $10^{14}$  бит/с. Отсюда вытекает аварийность техногенных комплексов.

В обозримом будущем все компьютеры Земли смогут перерабатывать  $10^{22}$  бит/с, но даже такой уровень их мощности не позволит управлять социальными и экономическими системами, где потоки информации прогнозируются на уровне  $10^{36}$  бит/с.

Переоценить значимость средств массовой информации (СМИ) в сфере задач информационно-психологического воздействия на человека очень сложно.

Фактически они формируют общественное мнение, не исключая возможность воздействия на отдельные личности в обществе.

Это достаточно хорошо видно в социально-экономической сфере России и стран Западной Европы. Необходимо даже отметить их возрастающую роль СМИ в формировании интеллектуальных способностей человека.

Установлено, что навязывание избыточной информации дезорганизует мышление и делает человека неспособным к анализу в критических ситуациях.

Ярким примером является развал СССР, когда мощная супердержава практически без силового вмешательства рухнула в результате одной из основных причин – целенаправленного информационно-психологического воздействия на население страны.

Впрочем, энергоинформационные поля могут влиять на нас и совершенно обратным образом – электромагнитное излучение используется в физиотерапии для лечения многих заболеваний: оно способно ускорять заживление тканей и оказывать противовоспалительный эффект. Целое направление медицины – физиотерапия – успешно использует электромагнитное излучение для лечения различных заболеваний.

Механизм воздействия здесь таков: многие молекулы нашего организма полярны, поэтому в результате воздействия на них переменного магнитного поля активизируются обмен веществ, ферментные процессы, улучшается клеточный метаболизм. Это позволяет применять магнитотерапию при отеках, лечении суставов и для рассасывания кровоизлияний. Действие импульсов постоянного тока малой силы на структуры головного мозга способствует более глубокому и спокойному сну. Такой электросон – важная часть терапии гипертонической болезни, неврастении, снохождения (лунатизма) и некоторых сосудистых заболеваний.

При острых воспалительных процессах применяют всем известное УВЧ –

прибор, генерирующий электромагнитное поле ультравысокой частоты с короткой длиной волны. Ткани нашего организма поглощают эти волны и преобразуют их в тепловую энергию. В результате ускоряется движение крови и лимфы, ткани освобождаются от застоя жидкости (обычного при воспалениях), активизируются функции соединительной ткани. Аппарат для УВЧ-терапии позволяет снимать спазмы гладкой мускулатуры, ускоряет восстановление нервных тканей, понижает чувствительность нервных рецепторов, то есть способствует обезболиванию. А еще он уменьшает тонус капилляров, снижает артериальное давление и частоту сердечных сокращений

Будем надеяться, что спутниками человека останутся только такие полезные, а также безвредные электромагнитные волны, а от опасных будет создана надежная защита.

Сами потребители должны требовать от производителей современных технических чудес большей безопасности этих изделий, чтобы они повышали наш комфорт, не отнимая здоровья.

Субъектная область энергоинформационной безопасности охватывает широкий спектр процессов: от аномальных природных явлений (геопатогенные зоны) до техногенных и биофизических (традиционная медицина) процессов.

Каждый человек постоянно взаимодействует со своим окружением и окружающей средой, значит, одновременно работает в двух плоскостях – является одновременно и источником, и приёмником.

**Человек-источник** – это все действия самого человека (его мысли, эмоции, слова и поступки), с помощью которых он воздействует на внешний мир.

**Человек-приёмник**, соответственно, наоборот, находится под действием его окружения и среды обитания. То есть что-то мы в Мир направляем, что-то от Мира принимаем или, наоборот, не принимаем. И это что-то бывает с общепринятой точки зрения правильным или неправильным, несущим благо или вредящим.

Значит, соблюдение энергоинформационной безопасности в первую очередь, предполагает умение не создавать свой негатив и не принимать от Мира чужой. Физическую гигиену человечество в общем и целом соблюдать научилось.

Пришло время научиться соблюдать гигиену духовную (энергоинформационную).

## IX ГЛАВА

### ОШИБОЧНОЕ РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ОБЪЕКТОВ МИКРОМИРА

Развитие познания природы есть непрерывное движение мысли от поверхностного, видимого, от того, что является нам в ощущениях, ко все более глубокому, скрытому – к сущности этих явлений. Практически всю информацию об окружающем мире мы привыкли получать с помощью пяти основных органов чувств, обеспечивающих нам зрение, слух, осязание, вкус, обоняние. Поэтому окружающий мир стал познаваем нами лишь в той степени, в какой увидели его наши глаза, услышали уши, почувствовали на ощупь руки.

Информация же о вещественной и полевой составляющих материи на микро-масштабном уровне воспринимается с помощью специально создаваемых человеком технических средств, частично визуализируется, а в основном, формируется в сознании в виде **моделей**. При этом, как правило, создаваемые инструментальные методы исследования объектов микромира не дают возможности их непосредственной визуализации, что приводит к формированию абстрактных понятий и образов и оперированию ими.

При абстрактном мышлении человек выходит за рамки привычной системы координат и правил мировосприятия, абстрагируясь от внешней действительности и пытаясь сконцентрироваться исключительно на трансформированных показаниях технических средств в привычные для сознания образы.

Раскрытие сущности объектов, не поддающихся непосредственному восприятию, с помощью инструментария может привести к ее искажению и искусственному присвоению вовсе не присущих исследуемым объектам характеристик.

Вероятно, такое искажение сущности имело место при интерпретации результатов исследований в области ядерной физики, проведенных в конце XIX века

Итак, началом целенаправленных исследований атомарного строения вещества явилось открытие французским физиком – лауреатом Нобелевской премии, Антуаном Беккерелем в 1896 г. явление радиоактивности – самопроизвольного испускания веществом трех видов излучения в виде потока отрицательно заряженных частиц, потока положительно заряженных частиц и жесткого электромагнитного излучения [233]. Это открытие опровергло сформировавшееся еще в эпоху древних атомистов представление о первокирпичиках материи – неделимых атомах, которые, реально могут распадаться на положительно и отрицательно заряженные частицы.

В 1897 г. английский физик Дж. Томсон открыл составную частицу атома – электрон, и дал ему соответствующее название.

Его соотечественник Р. Малликен определил заряд электрона, который равен  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Была также определена масса электрона, которая составляет  $\sim 9,11 \cdot 10^{-28}$  г. В 1904 г.

Согласно полученным экспериментальным данным, представлялось весьма убедительным, что наличие в атоме частиц с отрицательным зарядом и отсутствие заряда у атома, как такового, должно быть результатом взаимодействия в атоме положительного и отрицательного электрических зарядов.

Однако, именно здесь проявился феномен **искажения сущности** из-за неверно интерпретированного явления. Дж. Томсон предложил умозрительную модель строения атома, согласно которой атом можно представить в виде положительно заряженной сферы с вкрапленными в нее электронами (модель пудинга с изюмом.) [234].

Хотя эта модель атома и попыталась объяснить два известных тогда свойства атомов, а именно, что электроны являются отрицательно заряженными частицами и что атомы не имеют чистого электрического заряда, тем не менее она была далека от реальной природы атомов, и повлекла за собой серию подобных искажающих сущность строения атомов моделей.

Так, в 1920 г. Резерфорд [235,236] высказал гипотезу о существовании в составе ядер жестко связанной компактной **протон-электронной пары**, представляющей собой электрически нейтральное образование – частицу с массой, приблизительно равной массе протона. Он даже придумал название этой гипотетической частице – **нейтрон**. Это была очень красивая, но, как выяснилось впоследствии, **ошибочная идея**.

Оказалось, что электрон не может входить в состав ядра. Так, квантово-механический расчет на основании соотношения неопределенностей [237] показал, что электрон, локализованный в ядре, т.е. области размером  $R \approx 10^{-13}$  см, должен обладать колоссальной кинетической энергией, на много порядков превосходящей энергию связи ядер в расчете на одну частицу.

Идея о существовании тяжелой нейтральной частицы казалась Резерфорду настолько привлекательной, что он незамедлительно предложил группе своих учеников во главе с Дж. Чедвиком заняться поиском такой частицы.

Через 12 лет в 1932 г. Чедвик экспериментально исследовал излучение, возникающее при облучении бериллия  $\alpha$ -частицами, и обнаружил, что это излучение представляет собой поток нейтральных частиц с массой, примерно равной массе протона. Так был открыт нейтрон [238].

На рис. IX.1 приведена упрощенная схема установки для обнаружения нейтронов. При бомбардировке бериллия  $\alpha$ -частицами, испускаемыми радиоактивным полонием-210, возникает сильное проникающее излучение. Это излучение почти одновременно с Чедвиком наблюдали супруги Жолио-Кюри Ирен и Фредерик [239].

Сначала считалось, что это – **гамма-излучение**, но в последствии выяснилось, что оно обладает гораздо большей проникающей способностью, чем все известные гамма-лучи, и результаты эксперимента должны быть интерпретированы как-то иначе.

Супруги Кюри обнаружили, что если на пути излучения исходящего из бериллия поставить парафиновую пластину, то ионизирующая способность этого излучения резко возрастает. Они доказали, что излучение бериллия выбивает из парафина протоны, которые в большом количестве имеются в этом водородосодержащем веществе. По длине свободного пробега протонов в воздухе они оценили энергию  $\gamma$ -квантов, способных при столкновении сообщить протонам необходимую скорость. Она оказалась огромной, порядка  $50 \text{ МэВ}$  ( $1,5 \cdot 10^{10} \text{ см/сек}$ ).

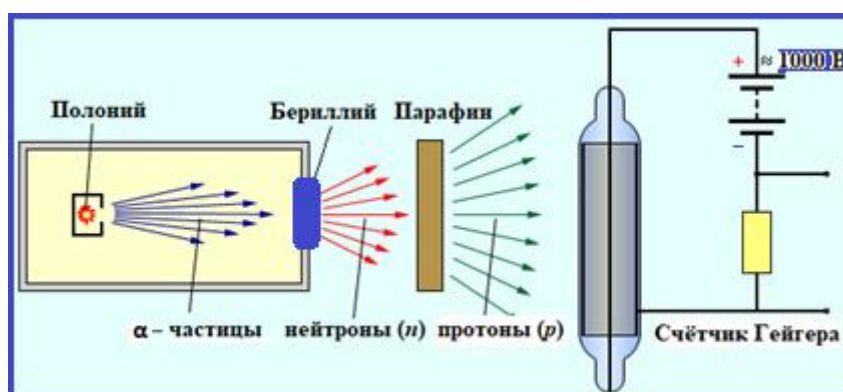


Рис. IX. 1. Схема установки по обнаружению нейтронов.

Дж. Чедвик в своих последующих опытах наблюдал в камере Вильсона треки ядер азота, испытавших столкновение с бериллиевым излучением. На основании этих опытов он сделал оценку энергии  $\gamma$ -кванта, способного сообщить ядрам азота наблюдаемую в эксперименте скорость. Она оказалась равной  $100\text{--}150 \text{ МэВ}$  ( $3,0\text{--}4,5 \cdot 10^{10} \text{ см/сек}$ ). Такой огромной энергией не могли обладать  $\gamma$ -кванты, испущенные бериллием. На этом основании Чедвик заключил, что из бериллия под действием  $\alpha$ -частиц вылетают не **безмассовые  $\gamma$ -кванты**, а достаточно тяжелые частицы. Поскольку эти частицы обладали большой проникающей способностью и непосредственно не ионизировали газ в счетчике Гейгера, следовательно, они были **электро-нейтральны** [240].

Так было доказано существование **нейтрона** – частицы, предсказанной Резерфордом более чем за 10 лет до опытов Чедвика.

**Однако оставался открытым вопрос о том, какие силы связывают протоны и нейтроны в ядре.**

Изучение свойств ядерных сил стало центральной задачей ядерной физики. Было очевидным, что это силы не электрической природы, что они действуют на расстоянии меньше  $10^{-12}$  см, и это силы притяжения, о чем свидетельствовало существование связанной системы – **дейтрон**, состоящей из протона и нейтрона. Дейтрон имеет размер  $\sim 2,3$  фемтометра, ( $1\text{фм}=10^{-15}\text{м}$ ) и энергию связи 2,2 МэВ [241].

Атомные ядра имеют радиусы от 2 до 8 фм. Энергия связи, приходящаяся на один нуклон для большинства атомных ядер, составляет от 5 до 9 МэВ. Ядерные силы, связывающие протоны и нейтроны в ядре в тысячи раз превосходят электромагнитные силы на расстояниях ядерных масштабов.

Так возникло представление о новом типе взаимодействий – **ядерном взаимодействии**, которое «**связывает**» протоны и нейтроны в атомные ядра. Такие, ранее не известные силы, получили название **ядерных сил**, а само взаимодействие получило известность как **сильное взаимодействие**, причисленное к разряду **фундаментальных** [242].

Таким образом, на базе имевшихся к тому времени экспериментальных данных и теоретических представлений о строении атомов, уже назрела необходимость разработки **модели атомного ядра**.

Из сказанного следует, что теория атомного ядра должна с необходимостью идти по пути создания ядерных моделей, предназначенных для описания выбранной совокупности ядерных свойств или явлений сравнительно простыми математическими способами с минимальным количеством определяемых параметров.

Такой подход актуален уже потому, что природные объекты имеют бесконечное количество свойств и связей, а ценность любой модели определяется количеством необходимых параметров и возможностью предсказания новых свойств моделируемого объекта или объяснения уже имеющихся.

При этом, разумеется, любая модель обладает ограниченными возможностями и не может дать полного описания всех свойств ядер атомов, характеризующих их реальное состояние.

В результате в ядерной физике пришлось прибегнуть к большому числу моделей, приспособленных для описания ограниченного круга той или иной совокупности явлений, но которые вместе отвечают современному уровню наших знаний о ядрах атомов.

Среди совокупности сформировавшихся теоретических воззрений на строение атомных ядер преобладала теория о **составном строении** ядер, состоящих из определенной совокупности нуклонов (протоны + нейтроны) [243].

В дополнение составной модели атомного ядра были предложены еще порядка десятка моделей, основанных на представлении ядра в виде физического объекта, свойства которого сопоставимы с известными свойствами объектов макро-масштабного уровня.

### IX.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ АТОМНОГО ЯДРА

Позволим себе привести перечень существующих ядерных моделей и их краткое описание без должного привлечения довольно сложного их математического сопровождения:

**Капельная модель ядра** (Н. Бор - 1936). **Оболочечная модель ядра** (М. Гепперт-Маер, И.Х.Д. Йенсен -1950). **Коллективная модель ядра** (Дж. Рейнхотер, 1959, О. Бор и Б. Моттельсон - 1952) **Обобщённая модель ядра** (О. Бор и Б. Моттельсон - 1952) **Модели парных корреляций** (Н. Н. Боголюбов, О. Бор, Б. Моттельсон, Д.Пайнс – 1958) **Статистическая модель ядра** (Я. И. Френкель – 1936, Л. Л. Ландау – 1937) **Кластерная модель** (Дж. А.Уилер - 1937) **Оптическая модель ядра** (Н. F e s h b a c h , С E . P o r t e r , V. F. W e i s k o r f - 1953)

**Капельная модель ядра** – одна из самых ранних моделей строения атомного ядра, предложенная Нильсом Бором еще в 1936 году, правда, не выходя за рамки теории **составного ядра** [244]. Далее, концепция капельной модели, развитая Яковом Френкелем и, в дальнейшем, Джоном Уиллером, легла в основу впервые полученной Карлом фон Вайцзеккером полуэмпирической формулы для энергии связи ядра атома, названной в его честь **формулой Вайцзеккера** [245].

Согласно капельной теории, атомное ядро представлялось в виде сферической равномерно заряженной капли из **особой ядерной материи**, которая, обладая такими свойствами, как не сжимаемость, насыщение ядерных сил, «испарение» нуклонов (нейтронов и протонов), напоминает **жидкость**. В связи с этим на такое ядро-каплю можно распространить некоторые другие свойства капли жидкости, например поверхностное натяжение, дробление капли на более мелкие (деление ядер), слияние мелких капель в одну большую (синтез ядер) и т.п.

Учитывая эти общие для жидкости и ядерной материи свойства, а также специфические свойства последней, связанные с наличием электрического заряда, можно вывести полуэмпирическую формулу (формулу Вайцзеккера), позволяющую вычислить энергию связи ядра, а значит и его массу, если известен его



нуклонный состав (общее число нуклонов ( $A$ ) (массовое число) и количество протонов ( $Z$ ) (зарядовое число) в ядре.

Из предположения, что все нуклоны ядра равноценны и каждый взаимодействует только с близлежащими частицами (как молекулы в капле жидкости), следует, что **энергия связи** между нуклонами ( $E_C$ ) должна быть пропорциональна полному числу нуклонов ( $A$ ). Таким образом, в первом приближении, имеем:

$$E_C = \alpha A \quad (\text{IX. 1})$$

где  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности.

То, что плотность ядерного вещества ядер всех известных атомов элементов постоянна, говорит о его не сжимаемости. Это свойство сближает ядерное вещество с жидкостью.

О такой аналогии свидетельствует также отмеченная выше пропорциональность  $\Delta E \sim A$ , которую можно сравнить с линейной зависимостью энергии испарения жидкости от её массы.

Однако такое чрезвычайно упрощённое представление требует нескольких существенных поправок. Первая поправка связана с эффектом «поверхностного натяжения» **ядра-капли**.

Так как у нуклонов, находящихся на поверхности ядра, непосредственных соседей меньше, чем у нуклонов, расположенных внутри него, следовательно, «поверхностные» нуклоны будут связаны со своими соседями слабее (испарение молекул капли жидкости имеет начало с её поверхности). Таким образом, «поверхностные» нуклоны внесут меньший вклад в полную энергию связи.

Полагая, что общее число «поверхностных» нуклонов пропорционально площади поверхности ядра, то есть, его радиусу в квадрате ( $R^2$ ), а также,  $R \sim A^{1/3}$  и  $R^2 \sim A^{2/3}$ , то формула Вайцеккера примет вид:

$$E_C = \alpha A - \beta A^{2/3} \quad (\text{IX. 2})$$

С учетом других, вводимых поправок, таких, как поправка на **кулоновское отталкивание**, поправка на **протон-нейтронную асимметрию**, **влияние чётности ( $Z$ )** и **( $A - Z$ )** на устойчивость ядер, в своем завершённом виде полуэмпирическая формула Вайцеккера может быть представлена как:

$$E_C = \alpha A - \beta A^{2/3} - \gamma \frac{Z^2}{A^{1/3}} - \epsilon \frac{(A-Z)^2}{A} + \delta \quad (\text{IX. 3})$$

Из сопоставления экспериментальных и расчетных данных, для ядер с четным числом нуклонов ( $A$ ), коэффициент  $\delta = \chi A^{-3/4}$ .

Первое слагаемое в уравнении (IX.3), относится к энергии связи ядра, подобного жидкой капле, оно пропорционально массовому числу  $A$  и описывает примерное постоянство удельной энергии связи ядер.

Второе слагаемое – поверхностная энергия ядра, которая уменьшает полную энергию связи, так как нуклоны, находящиеся на поверхности имеют меньше связей, чем частицы внутри ядра. Это аналог поверхностного натяжения в жидкостях.

Третье слагаемое в энергии связи обусловлено кулоновским взаимодействием протонов. В капельной модели предполагается, что электрический заряд протонов равномерно распределен внутри сферы радиуса  $R = r_0 \cdot A^{1/3}$ . Здесь  $r_0 = 10^{-15}$ .

Четвертое слагаемое – энергия симметрии ядра (отражает тенденцию к стабильности ядер с  $N = Z$ ).

Пятое слагаемое – энергия спаривания учитывает повышенную стабильность основных состояний ядер с четным числом протонов и/или нейтронов.

Приведенные в уравнении (3) коэффициенты получают при статистической обработке экспериментальных данных, причём их значения постоянно уточняются.

Упомянутые коэффициенты имеют следующие значения в МэВ:  $\alpha = 15,56$ ;  $\beta = 17,23$ ;  $\gamma = 0,71$ ;  $\varepsilon = 94,8$ ;  $\chi = 12$ .

Хотя гидродинамическая (капельная) модель позволила получить полуэмпирическую формулу для энергии связи нуклонов в ядре, и качественно объяснила причины деления ядер и его механизм, тем не менее, она не смогла объяснить повышенную **устойчивость** ядер, содержащих так называемые «магические числа» протонов и нейтронов (атомные ядра, содержащие «магическое» число протонов и/или нейтронов, отличаются бóльшей энергией связи, а потому и бóльшей стабильностью, чем их ближайшие соседи).

Несмотря на наличие столь большого числа «подгоночных» коэффициентов в полуэмпирической формуле Вайцеккера, последняя дает существенные расхождения с экспериментом, особенно для легких ядер. Также капельная модель оказалась не пригодной для количественного описания спектров энергий возбужденных состояний ядер.

Вполне вероятно, что данное расхождение связано с **несовместимостью** капельной модели ядер (с позиций физики сплошных сред) с гипотезой о протон-нейтронной структуре ядра. Казалось вполне допустимым, что наблюдаемая повышенная стабильность атомных ядер, содержащих упомянутое «магическое» число протонов и нейтронов, была связана с наличием предполагаемой **оболочечной** структуры, аналогично орбитальному электронному строению атомов, характеризующихся высокой стабильностью при предельном заполнении электронами атомных орбиталей.

Эта гипотеза оболочечной структуры атомных ядер была предложена в 1932 году совместно советским физиком-теоретиком Дмитрием Иваненко и химиком Евгением Гапоном, а в 1949 году дополнена лауреатом Нобелевской премии по физике Марией Гёпперт-Майер и немецким физиком Хансом Йенсенем [246].

**Оболочечная модель ядер атомов** базировалась на теории оболочечного строения ядер атомов, объясняющих структуру ядра, аналогично теории **оболочечного строения атома**. В рамках этой модели протоны и нейтроны заполняют оболочки атомного ядра, и, как только оболочка заполнена определенным количеством нуклонов, значительно повышается стабильность ядра [247].

Следует отметить, что оболочечная структура у ядер проявляется значительно слабее, чем орбитальная электронная структура в атомах. Согласно существующей **противоречивой** гипотезе, происходит это главным образом потому, что в ядрах, из-за индивидуальных квантовых состояний частиц, «орбиты» возмущаются в результате «столкновений» их друг с другом гораздо сильнее, чем в атомах.

Более того, известно, что большое число ядерных состояний совсем не похоже на совокупность «движущихся» в ядре независимо друг от друга нуклонов, то есть **не может быть объяснено** в рамках оболочечной модели. В этой связи в **сомнительную**, с нашей точки зрения, оболочечную модель, совершенно **не оправдано** вводится понятие **квазичастиц** – элементарных возбуждений среды, эффективно ведущих себя во многих отношениях подобно реальным частицам.

При этом атомное ядро рассматривается как ферми-жидкость конечных размеров.

Ядро в основном состоянии рассматривается как вырожденный ферми-газ квазичастиц, которые эффективно не взаимодействуют друг с другом, поскольку всякий акт столкновения, изменяющий индивидуальные состояния квазичастиц, запрещён принципом Паули [248].

В возбуждённом состоянии ядра, когда одна или две квазичастицы находятся на более высоких индивидуальных энергетических уровнях, то эти частицы, освободив орбиты, занимаемые ими ранее внутри ферми-сферы (поверхность сферы Ферми – изоэнергетическая поверхность, разделяющая заполненные состояния от пустых при абсолютном нуле температуры), могут взаимодействовать как друг с другом, так и с образовавшейся вакансией в оболочке нижнего энергетического уровня. В результате взаимодействия с внешней квазичастицей может происходить переход квазичастиц из заполненных состояний в незаполненное, вследствие чего старая вакансия исчезает, а новая появляется; это эквивалентно переходу вакансий из одного состояния в другое.

Таким образом, согласно оболочечной модели, основывающейся на теории квантовой ферми-жидкости, спектр нижних возбуждённых состояний ядер определяется движением одной или двух квазичастиц вне ферми-сферы и взаимодействием их друг с другом, а также с вакансиями внутри ферми-сферы.

Этим самым объяснение структуры многонуклонного ядра при небольших энергиях возбуждения фактически сводится к квантовой проблеме двух – четырёх взаимодействующих объектов: квазичастица – вакансия или две квазичастицы – две вакансии.

Трудность применимости оболочечной теории и связанной с ней модели атомных ядер состоит, однако, в том, что взаимодействие квазичастиц и вакансий весьма многочисленно, и, потому, нет уверенности в отсутствии появления низкоэнергетического возбуждённого состояния, обусловленного большим числом квазичастиц вне поверхности сферы Ферми.

### **Коллективная модель ядра**

Предложена в 1952 году лауреатами Нобелевской премии по физике – датским физиком Оге Бором и американо-датским физиком Б. Моттelsonом. Коллективная модель возникла на основе капельной модели [249]. Она рассматривает ядро как остов, образованный нуклонами заполненных оболочек и внешних нуклонов, движущихся в поле создаваемом нуклонами остова. Модель объяснила природу низколежащих возбуждений ядер, которые интерпретируются как динамическая деформация поверхности. Этим самым она «примирила» исключаящие исходные положения гидродинамической и оболочечной моделей.

Коллективная модель предполагает, что ядро состоит из внутренней устойчивой части – остова, образованного нуклонами заполненных оболочек, и внешних нуклонов, движущихся в поле, создаваемом нуклонами остова. Остов может изменять свою форму под влиянием наружных нуклонов, и совершать колебательные движения. Его движение описывается гидродинамической моделью. Внешние же нуклоны движутся в поле остова, которое изменяется за счёт взаимодействия с этими внешними нуклонами.

Названные факты свидетельствуют о существовании **коллективных степеней свободы ядер**. Так, при малых энергиях возбуждения ( $E_{\text{возб}} < 4\text{МэВ}$ ) у многих ядер наблюдаются последовательности уровней, которые могут быть интерпретированы либо как уровни энергии, отвечающие гармоническим колебаниям ядерной поверхности, либо как вращательные полосы энергии, возникающие из-за вращения деформированного ядра как целого.

Коллективная природа этих уровней подтверждается интенсивными квадрупольными электромагнитными переходами между ними, и большим квадрупольным моментом у ядер, имеющих постоянную деформацию. При более высоких энергиях возбуждения, выше порога отделения нуклона, существуют коллективные уровни ядер, которые наблюдаются в сечениях ядерных реакций в виде широких пиков и называются **гигантскими мультипольными резонансами** [250].

Наиболее мощным из них является гигантский дипольный резонанс. Модель пятимерного гармонического осциллятора рассматривает поверхностные колебания сферически-симметричных чётно-чётных ядер. Эти колебания подобны **колебаниям поверхности жидкой капли**. Если амплитуда колебаний невелика, то они гармонические. Модель аксиально-симметричного ротатора поясняет, как образуются вращательные уровни энергии в чётно-чётных ядрах, имеющих фиксированную форму сфероида вращения.

Таким образом гидродинамическая (капельная) модель, в рамках коллективной модели, описывает гигантские резонансы, обусловленные колебаниями нейтронов относительно протонов.

**Обобщённая модель ядра**, предложенная упомянутыми выше авторами коллективной модели. Модель рассматривает каждую заполненную оболочку как остов [251].

В ее поле вращается дополнительный нуклон. Остов ядра деформируется валентным нуклоном, что приводит к появлению квадрупольного электрического момента ядра.

Обобщенная модель используется для описания деформированных атомных ядер, которые могут быть вытянутыми или сплюснутыми относительно оси симметрии ядра.

Для описания более высоких возбуждений (выше энергии отделения нуклона), для которых характерны большая густота уровней и сложная структура большинства состояний, используется статистическая модель ядра.

Эта модель оперирует обычными понятиями статистической физики: температурой, плотностью уровней, энтропией, флуктуациями и т. п., которые, собственно, и используются при описании ядерных реакций.

Обобщенная модель объяснила большие квадрупольные моменты (величины, характеризующие отклонение распределения электрического заряда в атомном ядре от сферически симметричного) некоторых ядер тем, что внешние нуклоны таких ядер сильно деформируют остов, он становится не сферическим, а вытянутым или сплюснутым эллипсоидом.

Деформированное ядро может вращаться (вокруг оси перпендикулярной оси деформации), что объясняет наблюдаемые на опыте вращательные уровни возмущенного ядра. В обобщенной модели полный спин ядра складывается из моментов количества движения внешних нуклонов и момента количества движения деформированного остова.

Колебанию остова соответствуют уровни, которые обнаруживаются на опыте. Обобщенная модель позволила ввести понятие одно-частичных (связанных с возбуждением наружных нуклонов) и коллективных (вращательных и колебательных, связанных с возбуждением остова) уровней ядра, определить энергии уровней, спин, чётность.

Обобщенная модель столкнулась с трудностями в объяснении опытных данных, особенно в тех ядрах, в которых вне остова движется большое число нуклонов.

Естественный путь улучшения обобщенной модели – учёт подобного взаимодействия нуклонов с остовом ядра. Это взаимодействие существенно отличается от взаимодействия пары свободных нуклонов и называется остаточным взаимодействием: действует лишь часть нуклон-нуклонных сил, “оставшаяся” после выделения самосогласованного поля.

Остаточное взаимодействие приводит к тому, что внешние нуклоны движутся в поле остова уже не независимо, а коррелировано.

### **Модели парных корреляций.**

Соответствующие модификации оболочечной модели называют моделями парных корреляций, наиболее известная - сверхтекучая модель ядра. (Н. Н. Боголюбов, О. Бор, Б. Моттelson, Д. Пайнс – 1958) [252.].

В основе этой модели лежит предположение о том, что пары протонов и нейтронов с равными и противоположными направленными моментами количества движения образуют в ядре состояния типа связанных. Чтобы разорвать эту парную связь нужно затратить энергию 1-2 МэВ. Поэтому энергия возбуждения чётно-чётных ядер, в которых все нуклоны образуют связанные пары, должна составлять 2 МэВ, тогда как соседние нечётные ядра должны иметь энергию возбуждения примерно в 10 раз меньшую (150-200 КэВ), что действительно наблюдается на опыте.

С помощью моделей парных корреляций удаётся хорошо описывать спины и квадрупольные моменты основных состояний ядер, а также энергии, спины, квадрупольные моменты и вероятности переходов возбужденных одно-нуклонных и коллективных (вращательных и колебательных) состояний в ядрах вплоть до энергий 3-6 МэВ.

Модель хорошо описывает плотность уровней, свойства нейтронных резонансов и позволяет рассчитывать равновесные деформации ядер как в основном, так и в возбужденном состоянии.

**Статистическая модель ядра** (Я. И. Френкель – 1936, Л. Л. Ландау – 1937). При более высокой энергии возбуждения (6-7 МэВ) число уровней в средних и тяжелых ядрах очень велико, а, следовательно, расстояние между уровнями мало. Установить при этих условиях квантовые характеристики каждого отдельного уровня практически невозможно. Целесообразно ввести понятие плотность уровней с данным спином, изо-спином и т. д., т. е. число уровней с данными характеристиками, приходящихся на единичный интервал энергии [253].

Зависимость плотности уровней энергии описывается с помощью статической (термодинамической) модели ядра, которая рассматривает возбуждение как нагрев ферми-газа (точнее, ферми-жидкости) нуклонов, связывая энергию возбуждения с температурой нагрева ядра.

Эта модель неплохо описывает не только распределение уровней, но и распределение вероятностей излучения – квантов при переходе между высоко лежащими возбужденными состояниями ядра атома. Статистическая модель ядра позволяет также учесть поправки, связанные с предполагаемым наличием в ядре оболочек.

**Кластерная модель** является моделью нуклонных ассоциаций, в которой используется представление о кластерной (блочной) структуре атомного ядра [33]. Эта модель возникла во 2-й половине 30-х гг., когда были систематизированы данные об энергиях связи лёгких ядер и была обнаружена повышенная устойчивость к  $\alpha$ -распаду ядер, имеющих равное и чётное число нейтронов и протонов. К их числу относятся  ${}^8\text{Be}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$  и т. д.

Было установлено, что многие возбуждённые состояния ядер с большой вероятностью распадаются с испусканием  $\alpha$ -частиц.

Американский физик-теоретик Дж. А. Уилер в 1937г. предположил, что " $\alpha$ -частичное" ядро состоит из  $\alpha$ -частичных кластеров (в простейшем варианте, собственно –  $\alpha$ -частиц).

Например считается, что ядро  ${}^6\text{Li}$  значительную часть времени «проводит» в виде дейтрона и  $\alpha$ -частицы, вращающихся относительно центра тяжести ядра. Эффекты  $\alpha$ -частичных корреляций проявляются систематически лишь в ядрах с числом нуклонов ( $A$ )  $< 40$ .

В более тяжёлых ядрах имеются лишь отдельные и незначительные проявления этих эффектов. В лёгких ядрах возможно образование и других кластеров.

Так, в некоторых случаях ядро  ${}^6\text{Li}$  можно рассматривать как двух-частичную систему:  $\alpha$ -частица + дейтрон ( $\alpha + d$ ), хотя большую точность имеет описание этого ядра как системы:  $\alpha$ -частица + нейтрон + протон ( $\alpha + n + p$ ).

**Оптическая модель** была сформулирована американскими физиками-теоретиками Виктором Вайскопфом и Германом Фешбахом в 1950 – 1954 гг. [254].

Оптическая модель ядра – это модель, рассматривающая атомное ядро или **отдельный нуклон** как **сплошную среду**, преломляющую и поглощающую дебройлевские волны, т.е. волны, связанные с движением налетающих на ядро частиц.

По аналогии с преломлением светового луча, описываемом в геометрической оптике, роль коэффициента преломления при ядерном взаимодействии играет потенциальная энергия взаимодействия кванта волны с полем ядра. В данном случае, коэффициент преломления рассматривается как комплексная величина, действительная величина которой определяет рассеяние, а мнимая - поглощение.

Действительная часть коэффициента преломления имеет тот же смысл, что и потенциал среднего поля в оболочечной модели, а его мнимая часть описывает "поглощение" нуклона ядром, т. е. процессы превращения одно-частичного состояния в состояния более сложной природы.

По аналогии с рассеянием нуклонов оптическая модель применяется и для описания упругого рассеяния на ядрах более сложных частиц (дейтроны, ядра  ${}^3\text{H}$ ,  ${}^3\text{He}$ ,  $\alpha$ -частицы).

В этом случае точность описания дифференциальных сечений рассеяния хуже, чем в случае нуклонов. Оптическая модель описывают прямые ядерные реакции, происходящие с характерными ядерными временами  $\sim 10^{-22} - 10^{-23}$  с. Противоположный случай описывается моделью **составного ядра**, которая тесно связана со статистической моделью [255].

Оптическая модель удобна тем, что, например, задача рассмотрения взаимодействия налетающего нейтрона сводится к простой задаче рассеяния и поглощения нейтрона **одним силовым центром**, вместо намного более сложной задачи многих тел представленной в других моделях ядра.

Оптическая модель ядра, используемая для описания упругого рассеяния нуклонов на ядрах, может рассматриваться как распространение оболочечной модели на состояния непрерывного спектра. Фазы рассеяния находятся решением уравнения Шрёдингера для частицы в так называемом комплексном ("оптическом") потенциале.



Резюмируя данный раздел, отметим, что приведенные выше описания ядерных моделей свидетельствуют о значительной степени **абстракции** и допущений имевших место при теоретическом обобщении опытных данных. Хотя предложенные модели и являются в настоящее время основными, охватывающими свойства большинства атомных ядер элементов, тем не менее, они не достаточны для описания всех наблюдаемых свойств ядер в стабильных и возбуждённых состояниях, и играют роль более или менее вероятных **рабочих гипотез**.

Последовательное же объяснение наиболее важных свойств ядер на прочной основе общих физических принципов и данных о взаимодействии нуклонов остаётся пока одной из нерешенных фундаментальных проблем современной физики.

Вполне вероятно, что не завершённые и противоречивые теоретические обобщения результатов экспериментов по расщеплению ядер атомов возникли из-за попыток объединить несовместимые представления о гидродинамической (**капельной**) и составной модели.

## IX. 2. СПЛОШНАЯ ИЛИ СОСТАВНАЯ МОДЕЛЬ АТОМНЫХ ЯДЕР?

Казалось бы, капельная модель даёт исчерпывающее представление о природе ядер атомов, как **структурно однородных образований** в рамках собственной масштабной иерархии, но состоящих, по аналогии с атомно-молекулярным строением жидкостей, из **структурных элементов** более низшего (на несколько десятков порядков) масштабного уровня.

Естественно предположить, что для обнаружения и раскрытия природы упомянутых структурных элементов атомных ядер, энергетические возможности даже самых мощных современных ускорителей и технические возможности регистрации такого типа продуктов распада ядер не достаточны, и вряд ли, когда-либо будут достигнуты.

Таким образом попытка идентифицировать «**истинное строение**» ядер атомов по продуктам распада при бомбардировке частицами масштабного уровня сопоставимого с масштабным уровнем «мишеней», имеет **непреодолимые препятствия**, и, в итоге, сводится к **безальтернативному суждению** о их составных частях – доступных для идентификации «элементарных» частицах – нуклонах (**протоны + нейтроны**), а также относительно меньших, но того же размерного масштаба «осколках». Иными словами, срабатывает подсознательный принцип: «**на что раскололось – из того и состоит**».

Логика таких суждений довольно ясна, так как «заглянуть» во внутрь ядер атомов, без их разрушения, невозможно, а представить конструкцию ядра, например, в виде агломерата, состоящего из определенного числа фрагментов-осколков – вполне допустимо и находится в качественном соответствии со составной моделью ядра.

Вот еще один пример расхождения неверно интерпретированного проявления и физической сущности объекта исследования.

Так, в 1938 году немецкие физики Отто Ган и Фриц Штрассман открыли ранее не предсказанное явление, происходящее с ядром урана при облучении его нейтронами [256].

Захватывая свободный нейтрон, ядро изотопа урана  $^{235}\text{U}$  делится, при этом выделяется (в расчёте на одно ядро урана) достаточно большая энергия, в основном в виде кинетической энергии осколков и излучения (рис. IX.2.). Данное открытие явилось истоком как мирного, так и военного использования внутриатомной энергии.

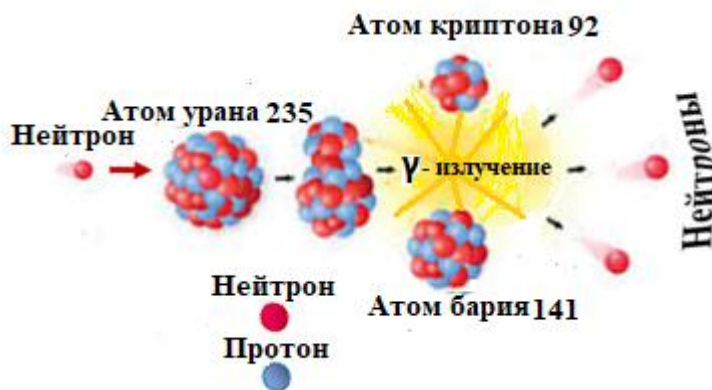


Рис. IX.2. Схема деления изотопа урана 235. Средняя энергия, выделяющаяся при распаде одного ядра урана-235 с учётом распада осколков, составляет приблизительно  $202,5 \text{ МэВ} = 3,244 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$ , или  $19,54 \text{ ТДж/моль} = 83,14$

Может быть немного примитивным, но наглядным примером разбиения составной конструкции на отдельные части, является разбиение построенной из соединенных фрагментов-пазлов модели Земли – глобуса (рис. IX.3.А.). Чем сильнее удар – тем большее число фрагментов «вылетит» из глобуса.

Еще один наглядный пример по идентификации частей невидимого механизма механических часов путем разбиения их корпуса и вылета при этом наружу всевозможных шестерёнок и прочих деталей – составных частей ранее целого механизма (рис. IX.3.В.). Аналогично, чем мощнее удар, тем большее число деталей механизма вылетит наружу, следовательно, больше сведений можно получить о природе механизма. Однако, даже если буквально все детали будут выбиты из корпуса часов, возникает новая проблема: каким образом эти детали связаны между собой в функционирующих часах.



Рис. IX.3. Аллегорическое сравнение процесса распада ядер атомов при ударе разогнанными частицами с распадом пазла-глобуса на составляющие фрагменты при ударе молотком (А) и разбиения механических часов с вылетом наружу деталей механизма (В).

В микромире всё устроено по-другому. Поведение элементарных частиц – вероятностное, оно зависит от случая, ситуации непредсказуемой и не просчитываемой в каждом конкретном эксперименте. Например, при столкновении двух протонов в коллайдере в абсолютно идентичных условиях, результат может быть совершенно разный, и нет никакой возможности его предсказать в каждом конкретном случае.

Как уже упоминалось ранее, специфичность явлений, происходящих в микромире, заключается прежде всего в невозможности напрямую, т.е. посредством органов чувств (главным образом, зрения) получить информацию о происходящих процессах. Для описания явлений микромира необходимы принципиально новые подходы и методы, опирающиеся на экспериментально измеряемые величины.

По этой причине в физике микромира имеет место такой фундаментальный принцип, как **принцип неопределённости**, предложенный, в 1927 г. немецким физиком-теоретиком, лауреат Нобелевской премии по физике Вернером Гейзенбергом [257].

Принцип неопределённости приводит к выводу о невозможности точно задать какой-либо параметр, определяющий состояние системы. Например, бессмысленно говорить о точном местоположении частицы в пространстве.

В этой связи необходимо заметить, что широко распространённое представление атома как совокупности электронов, вращающихся по заданным орбитам вокруг ядра, является просто данью человеческому восприятию окружающего

мира, и необходимостью иметь перед собой какие-либо зрительные образы. В данном случае имеется в виду известная аналогия с планетарными системами макромира – Вселенной.

Наиболее близкое по сути, аллегорическое сравнение процесса «бомбардировки» ядер атомов с разбиением капли ртути представлено на рис. IX.4.

В данном случае результат разбиения большой капли ртути на более мелкие при ударе разогнанным твердым шариком можно интерпретировать двояко. Например, подсчитав количество образовавшихся после распада крупной капли мелких капель соответствующего размера и придав каждой капле определенные свойства, из вышеупомянутого принципа, можно утверждать, что большая капля «сложена» из полученных «осколков» (рис. IX.4.A).

Количество и метрические характеристики образующихся при разбиении большой капли ртути мелких капель-осколков зависит от кинетической энергии налетающего шарика, т.е. чем больше значение его кинетической энергии, тем больше образуется мелко дисперсных капель-осколков и тем большее расстояние от большой капли-мишени будут «пробегать» капли-осколки.



Рис. IX.4. Иллюстрация ошибочной (А) и верной (В) интерпретации строения большой капли ртути по результатам разбиения на мелкие капли.

Другая, более реальная, интерпретация результата разбиения капли ртути, основанная на свойствах жидкостей, стремиться к образованию тел с **меньшей геометрической поверхностью**, за счет сил поверхностного натяжения, дает основание утверждать, что большая капля не является сложенным агрегатом малых капель, а представляет собой **цельное монолитное образование (В)**.

Можно неоднократно повторять эксперимент по разбиению большой капли, и если условия эксперимента (размер капли, температура окружающей среды, импульс налетающего шарика, его траектория и т.д.) будут максимально совпадать, то количество и размер «капель-осколков» будут практически **идентичными**.

Приведем примерные расчеты результата ударного разбиения условной большой капли ртути на «осколки» (рис. IX.5). Сделаем следующие допущения:

1. Разбиваемая капля ртути имеет сферическую форму.
2. Отсутствуют какие-либо силы, действующие на каплю до ударного воздействия шарика (кроме силы поверхностного натяжения, обеспечивающей ее механическую стабильность)

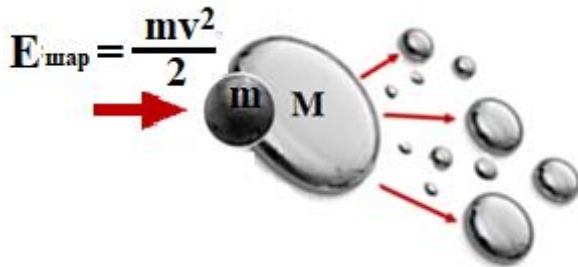


Рис. IX.5. Иллюстрация ударного воздействия разогнанного до определенной скорости ( $v$ ) свинцового шарика массой ( $m$ ) на большую каплю ртути массой ( $M$ ).

Определим исходные данные эксперимента: масса шарика ( $m = 0,005\text{кг}$ ) масса разбиваемой капли ртути ( $M = 0,03\text{ кг}$ ); плотность ртути  $\rho = 13600\text{ кг/м}^3$ .

Тогда площадь поверхности капли ртути ( $S$ ), объемом  $V = 2,2 \cdot 10^{-6}\text{ м}^3$ , составит  $818 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2$ .

Поверхностная энергия Гиббса разбиваемой капли ( $G_s = \sigma \cdot S$ ), где  $\sigma = 0,475\text{ Дж/м}^2$  – поверхностное натяжение ртути;  $S$  – площадь поверхности капли. С учетом приведенных параметров капли ртути, поверхностная энергия Гиббса =  $0,475\text{ Дж/м}^2 \cdot 818 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2 = 388,7 \cdot 10^{-6}\text{ Дж}$ .

Согласно первому началу термодинамики, в результате удара шариком произойдет изменение внутренней энергии капли ртути:

$$(\Delta U \equiv Q + A) \quad (\text{IX.4})$$

где:  $Q$  – количество теплоты, передаваемое капле ртути в результате ударного воздействия,  $A$  – работа, произведенная системой по разбиению капли на части.

Так как по условию эксперимента  $m < M$ , то кинетическая энергия шарика практически полностью перейдет во внутреннюю энергию капли ртути ( $U$ ).

Допустим, что образовавшееся за счет удара шариком приращение внутренней энергии капли будет преимущественно затрачено на совершение работы по ее разбиению на «осколки».

Тогда изменение внутренней энергии ( $\Delta U$ ), затраченное на совершение работы по разбиению капли ртути ( $A$ ) будет определяться величиной кинетической энергии налетающего шарика. При этом нарушение механической устойчивости капли ртути будет определяться условием:

$$E_{\text{шар}} \geq G_s. \quad (\text{IX.5})$$

Данное условие выполняется, если допустить, что масса налетающего со скоростью ( $v = 0,5\text{ м/с}$ ) шарика равна ( $m = 0,005\text{кг}$ ). Кинетическая энергия шарика ( $E_{\text{шар}} = mv^2/2$ ) при ударе будет равна:  $0,005\text{кг} \cdot (0,5\text{ м/с})^2/2 =$

$0,000625 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^2 = 625 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ , что, согласно приведенному выше условию ( $625 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} > 388,7 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ , приведет к нарушению механической устойчивости капли ртути (разбиению).

Теперь сравним значение этой энергии с энергией, необходимой для «разбиения» капли ртути на отдельные атомы, т.е. на превращение ртути в парообразное состояние.

В данном случае изменение внутренней энергии (уравнение 4) капли ртути, массой  $M$ , за счет энергии поступающей извне, должно быть равно или превышать количество теплоты ( $Q$ ), которое необходимо для перехода жидкой ртути в парообразное состояние:  $Q = \lambda \cdot m$ , где  $\lambda$  – удельная теплота парообразования ртути = 293300 Дж/кг.

Испарение капли ртути массой 0,03кг, т.е. разбиение капли на отдельные атомы потребует энергию:  $293300 \text{ Дж/кг} \cdot 0,03 \text{ кг} = 8,8 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ , что превышает приведенное выше значение энергии достигаемой при разбиении большой капли ртути на «осколки» ( $625 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ) в  $22 \cdot 10^6$  раз. Даже, если допустить, что скорость налетающего на каплю ртути шарика будет сопоставима со скоростью полета пули ( $v = 500 \text{ м/с}$ ), а также, что кинетическая энергия шарика полностью трансформируется в теплоту испарения, то и в этом случае энергия шарика будет ~ в 15 раз меньше энергии, необходимой для разбиения капли на отдельные атомы. В то же время необходимое для испарения обозначенной капли ртути при температуре  $356,7^\circ\text{C}$  вполне достижимо путем **термического воздействия**.

Как видно из приведенных расчётов, разбиение капли ртути на отдельные атомы путем **механического удара** – весьма проблематично, тем не менее это не дает основания утверждать, что большая капля «**сложена**» из полученных после удара «осколков», по своему размерному масштабу сопоставимых с каплей-мишенью (см. рис. IX.4 А).

Вполне вероятно, что также проблематично разбиение в ускорителях ядер атомов на составные структурные элементы («элементарные частицы»), размерный масштаб которых на несколько порядков отличался бы от собственного масштаба ядер, хотя бы также, как размер атомов ртути (радиус атома ртути =  $1,57 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ ) отличается на семь порядков от размера капли - мишени ( $r = 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ).

По всей видимости, по этой причине, а также находясь под влиянием результатов опытов Чедвика (приведенный выше рис. IX.1) в сознание его современников и последователей внедрилось представление о «**составной**» (протоны + нейтроны) структурообразующей модели атомных ядер [258].



Сам Нильс Бор на своей лекции в Москве, прочитанный в 1937 году в Большом зале Академии Наук СССР неожиданно для учёных объяснял эту модель без сложных теоретических рассуждений и вовсе без формул [259]. Вместо этого он продемонстрировал неглубокую деревянную тарелку, в которой находились разноцветные стальные шарiki (рис. IX.6). Тарелка изображала ядро, а шарiki – содержащиеся в нём протоны и нейтроны. По наклонному желобу в тарелку скатывался ещё один шарик, имитирующий влетающий в ядро нейтрон. Если бы в тарелке не было других шариков, то вкатившийся «нейтрон» свободно перекатился через другой край и вышел таким образом из «ядра». Если же в тарелке находятся другие шарiki – «нуклоны», то скатившийся шар ударяется о какой-либо из них, затем о другие, те в свою очередь сталкиваются между собой, таким образом они приходят в движение. Но, как правило, если кинетическая энергия скатывающегося по желобу шарика – «нейтрона» относительно мала, то ни у одного из находящихся в тарелке шариков не становится достаточно кинетической энергии, чтобы перекатиться через противоположный край тарелки. В данном случае «нейтрон», вошедший в «ядро», также не может выйти за его пределы, так как он отдал свою энергию другим шарикам-частицам и она распределилась между ними.

Увеличивая на некоторую величину угол наклона желоба, можно достичь такого значения потенциальной, и как следствие этого, кинетической энергии шара, влетающего в тарелку с шариками – «нуклонами», которая будет достаточна для их вылета из «тарелки-ядра». При этом, чем большим значением кинетической энергии будет обладать скатывающийся с желоба шар, тем большее количество шариков – «нуклонов» будет выбито из тарелки.

Таким образом кинетическая энергия скатывающегося с желоба шара представлялась противодействующей силе, удерживающей шарiki – «нуклоны» в тарелке – «ядре».

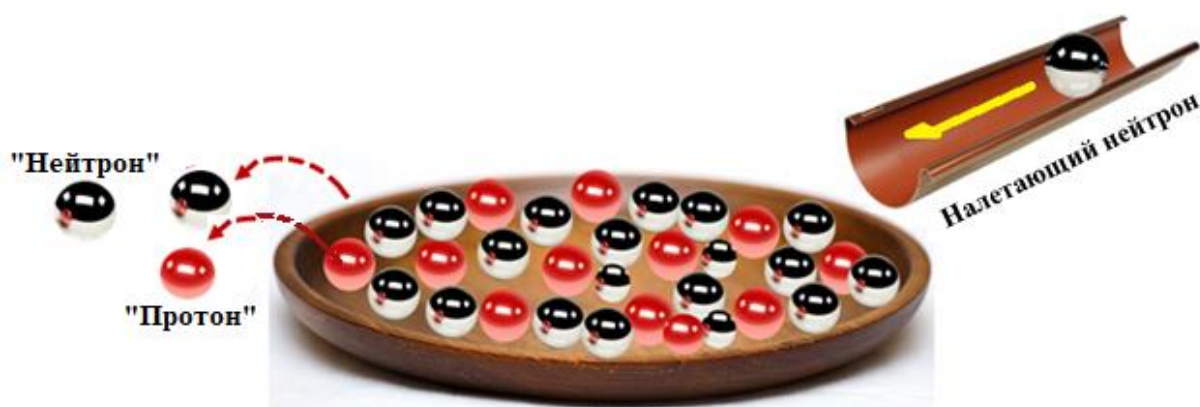


Рис. IX.6. Иллюстрация эксперимента, продемонстрированного Нильсом Бором в 1937г.

**Ошибочный вывод** о сосуществовании протонов и нейтронов в ядрах атомов как первичных автономных частиц – нуклонов, формирующих структуру ядра, повлек за собой еще более ошибочный вывод о так называемом **сильном взаимодействии – ядерных силах**, удерживающих нуклоны в ядрах [260].

Как уже упоминалось, **сильное взаимодействие** – представляется самым мощным из всех известных в природе взаимодействий. Оно определяет энергию связи только между нуклонами. Ядерные силы, действующие между нуклонами в атомном ядре, – проявление этого вида взаимодействия. Этот вид взаимодействия примерно в 100 раз сильнее электромагнитного.

В отличие от последнего (а также гравитационного) оно, во-первых, короткодействующее. На расстоянии, большем  $10^{-15}$  м (порядка размера ядра), соответствующие силы между **протонами и нейтронами**, резко уменьшаясь, перестают их связывать друг с другом. Во-вторых, на сегодняшний день сильное взаимодействие удается удовлетворительно описать только посредством воображаемых трех зарядов (цветов) виртуальных частиц – **кварков**, образующих сложные комбинации в структуре нуклонов.

Характерной чертой сильного взаимодействия является его **зарядовая независимость**. Ядерные силы притяжения между протонами, между нейтронами и между протоном и нейтроном по существу одинаковы. Отсюда следует, что с точки зрения сильных взаимодействий протон и нейтрон **неотличимы** и для них используется единый термин **нуклон**, то есть частица ядра.

Не кажется ли данное определение несколько **надуманным**? Ведь, собственно говоря, все последующие попытки оправдать существование сильного взаимодействия и сводились к тому, чтобы объяснить преодоление сил отталкивания одноименно заряженных **протонов** в ядрах атомов.

### **IX. 3. СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ СОЛНЦА**

Если следовать принципам планетарной модели атома и гидродинамической (капельной) модели ядра, заимствованным у Солнечной системы, то можно предположить, что составная версия капельной модели ядра, по сути, является не адекватным представлением его реального строения, соответствующего приведенной на рис. IX. 7. современной модели внутреннего строения Солнца [261].

Как видно, центральная часть Солнца представлена **ядром** с радиусом, примерно 150—175 тыс. км (то есть 20—25 % от общего радиуса Солнца), плотность которого составляет примерно  $150000 \text{ кг/м}^3$ .



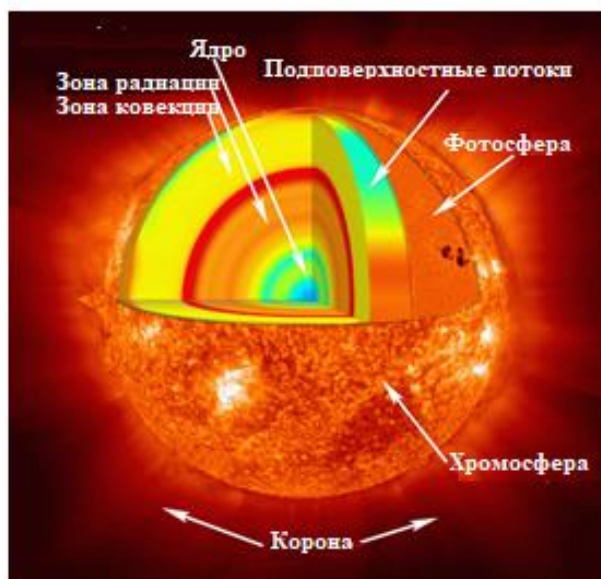


Рис. IX. 7. Современная модель внутреннего строения Солнца

Плотность солнечного ядра почти в семь раз превышает плотность одного из самых «тяжелых» металлов – осмия.

Вся энергия ядра последовательно проходит сквозь слои, вплоть до фотосферы, с которой излучается в виде солнечного света и кинетической энергии частиц, образующих т.н. солнечный ветер, в результате чего потеря массы Солнца достигает 4млн. тонн/сек.

Над ядром, на расстоянии  $\sim 0,5-0,7$  величины общего радиуса расположена т.н. **зона лучистого переноса** (зона радиации), перенос энергии в которой происходит путем излучения и поглощения фотонов.

Перепад температур в данной зоне составляет от 2 млн. К на поверхности до 7 млн. К в глубине. Плотность вещества колеблется от 0,2 (на поверхности) до 20 (в глубине) г/см<sup>3</sup>.

Ближе к поверхности Солнца температуры и плотности вещества уже недостаточно для полного переноса энергии путём переизлучения. Возникает вихревое перемешивание плазмы, и перенос энергии к поверхности (фотосфере) совершается преимущественно движениями самого вещества, т.е. реализуется конвективный способ обмена энергией, а подповерхностный слой, толщиной  $\sim 200000$  км, где происходит конвективная передача энергии, носит название **конвективной зоны**.

Далее, в направлении к поверхности Солнца расположена **фотосфера**, образующая его «видимую» часть. Толщина солнечной фотосферы, по разным оценкам, составляет от 100 до 400 км. По имеющимся данным состав фотосферы: водород – 73,46%; Гелий – 24,85%; кислород – 0,77%.

Внешняя оболочка Солнца, толщиной 2000 км, окружающая фотосферу, именуется **хромосферой**, в связи с ее красноватым цветом (H-линия излучения водорода).

**Хромосфера** представляет собой слой атмосферы, состоящий из разреженных водорода, гелия и небольшого количества других элементов – металлов (железа, кальция, магния и пр.), кремния, углерода и других, находящихся в газообразном состоянии. Ее плотность в среднем в 10 000 раз меньше плотности фотосферы.

Наконец, последняя внешняя оболочка Солнца носит название **Солнечной короны**, которая в основном состоит из протуберанцев и энергетических извержений, исходящих и извергающихся на несколько сотен тысяч и даже более миллиона километров в пространство.

Приведенное описание внутреннего строения Солнца, свидетельствует о значительной неоднородности физико-химических характеристик его структурных элементов, сформированных в виде **сфер-оболочек**. Прежде всего обращает на себя внимание резкое различие плотности вещества, заполняющего оболочки от центра к периферии. Плотность вещества в ядре составляет примерно 150 000 кг/м<sup>3</sup>. Внешней же сферы  $\sim 10^{-8} - 10^{-9}$  кг/м<sup>3</sup>.

Принимая во внимание данную особенность глубинной структуры солнечного вещества, а также известную аналогию законов формирования вещества во Вселенной, приведенное выше представление об оболочечной модели внутреннего строения **атомного ядра** вполне оправдано.

Тем не менее, солнечное вещество в целом характеризуется единым агрегатным состоянием – ионизированным атомарным газом (**плазмой**). Хотя в глубинной части Солнца, с увеличением температуры и давления, степень ионизации растет вплоть до полного разрушения электронной оболочки атомов в ядре Солнца, однако **сплошность** солнечного вещества внутри каждой сферы при этом не нарушается и его средняя плотность имеет значение 1409 кг/м<sup>3</sup>.

К сожалению, при разработке оболочечной модели атомного ядра **сплошность** его структуры во внимание не принималась, что, вероятно и осложняло совмещение в одной модели теоретических представлений для гидродинамической и составной (состоящей из отдельных нуклонов) структуры.

По-видимому недалеко то время, когда между гидродинамической и составной моделью атомного ядра все же будет достигнут консенсус. Так, недавно группа учёных из числа сотрудников университета Вашингтона, Варшавского технологического университета (Польша), Тихоокеанской северо-западной Национальной лаборатории и Лос-Аламосской Национальной лаборатории, разработала новую модель, описывающую, что происходит на последних этапах процесса деления ядра (рис. IX. 8.) [262].

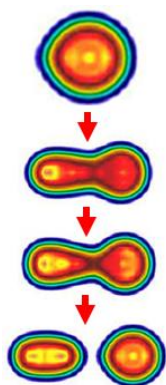


Рис. IX. 8. Иллюстрация новой модели для описания деления ядер атомов

Используя эту модель, учёные выяснили, например, то, что радиоактивные осколки деления распадаются с периодом значительно большим, чем предсказывала ранняя теория. Подтверждением правильности новой модели стало то обстоятельство, что кинетическая энергия осколков деления, оказалась полностью соответствующей экспериментальным данным.

Как отмечают авторы открытия, Работа, получившая название «Описание вынужденного деления ядра плутония-240 в микроскопических рамках в реальном времени» занимает одной из первых мест в Editors' Suggestion by Physical Review Letters – индексе цитирования физических научных журналов по версии Google.

Если гипотетически представить, что Солнце или подобная ему Звезда будет подвергнута механическому «удару» путем столкновения с сопоставимым по масштабу космическим объектом, то результат такого столкновения скорее будет напоминать ситуацию, по разбиению капли ртути, иллюстрации которой приведены на рис. 6В, 7 и 10, в противовес ситуации, отражающей распад составного ядра, представленной на рис. 4, 6А и 8.

Приведенное нами далеко не полное описание попыток построения адекватной модели ядер атомов дает основание полагать, что имевшее место игнорирование гидродинамической версии **капельной модели**, отражающей непрерывность (сплошность) консистенции ядерной среды и развитие квантовых теорий **составной модели**, не только не сформировало представления о истинном строении ядра, но и повлекло за собой возникновение целого ряда трудно воспринимаемых и бесперспективных идей о строении атомов химических элементов и их взаимодействиях.

В этой связи закономерен вопрос: являются ли объективными представления о природе элементарных частиц и пределе делимости **объектов микромира** зависимом от технического уровня инструментария экспериментальной ядерной физики, или же, не зависимо от возможности экспериментов, т.е. априори их можно считать бесконечно делимыми?

Как констатировал известный немецкий философ, физик и математик Готфрид Лейбниц в своей **Монадологии** (1714г), повествующей о простых субстанциях, не имеющих частей : «Каждая часть материи не только способна к бесконечной делимости, как полагали древние, но, кроме того, и действительно подразделена без конца, каждая часть на части, из которых каждая имеет свое собственное движение; иначе не было бы возможно, чтобы всякая часть материи была в состоянии выразить весь универсум» [263].

И далее: «Отсюда мы видим, что в наималейшей части материя существует целый мир творений, живых существ, животных, энтелехий (внутренних сил) и душ. Всякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб. Но каждая ветвь растения, каждый член животного, каждая капля его соков есть опять такой же сад или такой же пруд. И хотя земля и воздух, находящиеся между растениями в саду, или вода – между рыбами в пруду не есть растение или рыба, но они все-таки опять заключают в себе рыб и растения, хотя в большинство случаев последние бывают так малы, что неуловимы для наших восприятий».

Если следуя напутствию академическая наука все же признает, что материя бесконечно делима и во Вселенной распределена в виде бесконечного фрактала, и характеризуется структурной и поведенческой идентичностью, то потребуются пересмотр практически всех существующих умозрительных моделей микромира, нашей Вселенной и Мироздания в целом.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всю информацию об окружающем мире мы привыкли получать с помощью пяти основных органов чувств, обеспечивающих нам зрение, слух, осязание, вкус, обоняние. Поэтому окружающий мир стал известен нам лишь в той степени, в какой увидели его наши глаза, услышали уши, почувствовали на ощупь руки.

Реальность ощущений цвета, формы предметов, звуков, запахов – это результат отображения в сознании увиденного нашими глазами, воспринятого нашим слухом, обонянием и осязанием.

Каков же механизм формирования в сознании образов окружающей нас действительности? Как и всё в организме, органы чувств состоят из клеток, в том числе особых клеток, воспринимающих энергетическое воздействие окружающего пространства – нейронов.

Контактируя с внешним миром, воспринимающие клетки реагируют на внешнее воздействие, в процессе чего в них происходят биохимические и физические изменения. Далее осуществляется взаимодействие с нервными клетками.

Благодаря этому возникает нервный импульс, который по нервным пучкам (отросткам) передается в головной мозг. Там он достигает нервных клеток, ответственных за прием и преобразование (дешифровку) нервных импульсов.

В результате в мозгу рождается чувство, или образ, или мысль, сообразно полученной информации. И затем мозг решает, что с этой, полученной информацией делать далее. В конечном итоге мы либо соответствующим образом реагируем на воспринятую информацию, либо нет.

Важно отметить, что на протяжении всей жизни мозг не имеет прямого контакта с исходной материей и внешним миром. Этот контакт осуществляется через специфические структуры, называемые органами чувств. Если оборвать поступление сигналов в мозг, например, изолировать нервные пучки от органов чувств, то он окажется беспомощным в отображении внешней реальности. Он просто не будет иметь информации и внешнем мире.

Таким образом, отражаемый в нашем сознании внешний мир – это его «проекция», выстроенная по некой, весьма сложной последовательности восприятия и трансляции поступающих из окружающей среды энергоинформационных сигналов.

Наш мозг «настроен» на декодирование электромагнитного излучения и акустических волн – носителей этих информационных сигналов в характерной для биологического вида **Гомо сапиенс**, области частотного спектра. Почему именно в данном, определенном природой, частотном диапазоне воспринимается

нами энергоинформационное воздействие? Однозначного ответа на этот вопрос, к сожалению, пока нет. Ясно лишь одно, что истинно внешний мир (так как таковой существует на самом деле вне нашего сознания) не такой, каким нам представляется и к какому мы привыкли в нашем восприятии. Его проекция в нашем сознании создает непротиворечивую и на поверхностный взгляд правдоподобную, но на самом деле иллюзорную картину мира. Впрочем, коль скоро эволюция выбрала для Гомо сапиенс именно такую модель мира, значит это был наиболее оптимальный вариант в сложившихся земных условиях.

Как вытекает из определения **«энергоинформационное взаимодействие»**, сам термин состоит из двух корнеслов: Энергия и Информация. Первое означает способность материальных объектов влиять на свое окружение, изменять структурный порядок их пространственного расположения, совершать соответствующую работу. Второе – определяет, как именно, в какой форме, и с какой целью будут происходить эти самые изменения состояния вещественно-полевой субстанции материи.

Энергия, наряду с пространством, временем и материей, как таковой, является важнейшим аспектом Мироздания. Она оценивается как атрибут, связывающий мир в одно целое и приносящий изменения в нем. Энергия выступает источником движения вещественной и полевой материи в пространстве, а также мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

В механике различают кинетическую энергию (энергия движения тела) и потенциальную энергию (энергию, которой обладают тела или их части до взаимодействия между собой или с внешними полями). Сумма кинетической и потенциальной энергии в механике обозначена как полная механическая энергия.

Энергией обладают также все виды полей. По этому признаку различают: электромагнитную энергию (разделяемую иногда на электрическую и магнитную), гравитационную и атомную (ядерную). Последняя также может быть разделена на энергию слабого и сильного взаимодействий.

Термодинамика включает понятия внутренней энергии, а также термодинамических потенциалов. В химии рассматриваются такие величины, как энергия связи и энтальпия, имеющие размерность энергии, отнесённой к определенному количеству вещества.

Как видно, в совокупности знаний о явлениях и процессах, происходящих в мире материи понятие энергии приобрело статус объективной реальности, но в своем проявлении, а также в зависимости от природы источника энергия в науке и технике была разделена на обозначенные выше виды.

Осмелимся предположить, что в какой бы «форме» не проявлялось энергетическое взаимодействие в природе, в основе этого взаимодействия будут лежать разнообразные формы механического движения вещественно-полевой материи в пространстве.

Поэтому понятие энергии имеет универсальный характер и является одним из основных в естествознании и всей системе естественных и гуманитарных наук.

С точки зрения синергетики, как междисциплинарного направления науки, самоорганизация системы материального мира осуществляется под действием потока энергии, проходящего через эту систему. Идея о том, что динамика системы может привести к увеличению ее организации, имеет долгую историю.

Древние «атомисты», такие как Демокрит и Лукреций, считали, что для создания порядка в природе проектирующий разум не нужен, утверждая, что при достаточном количестве времени, пространства и материи порядок возникает сам по себе. Однако те глобальные изменения, которые произошли в экосфере нашей планеты в обозначенный наукой период ее существования (4,5 миллиарда лет), включая образование условий для начала процесса формирования белковых структур и зарождения жизни, свидетельствуют вовсе не о стохастическом, а детерминированном характере этих изменений.

В связи с этим, фундаментальная организованность мироздания должна рассматриваться как взаимосвязь «вещественной», «энергетической» и, прежде всего «информационной» его составляющих.

Как вытекает из основного содержания предлагаемой читателю работы, сформировавшееся к настоящему времени понятие «информации» достаточно емкое и многозначное. Информационные процессы рассматриваются нами на основе отражательных процессов «узнавания». Принцип информационного (энергоинформационного) воздействия свидетельствует о том, что внешнее воздействие откладывается и сохраняется в структуре отражающего его объекта.

Принципиальной особенностью энергоинформационного воздействия является то, что после прекращения воздействия и исчезновения его источника, само содержание воспринятой информации, как результат отражательного процесса не исчезает, а продолжает существовать в отражающем предмете.

Поскольку отражение - это всеобщее свойство материи, то каждая материальная частица сохраняет в себе следы былых взаимодействий. На этой основе строится наиболее общая и универсальная **атрибутивная** концепция информации.

Согласно атрибутивной концепции, информация предстает как мера неоднородности распределения материи и энергии, как свойство материальных систем, фиксирующих изначальную неоднородность мира. В связи с этим академик В. М. Глушков подчеркивал: «Информация существует постольку, существуют сами материальные тела и, следовательно, созданные им неоднородности. Всякая неоднородность несет с собой какую-то информацию».

Иными словами, каждое тело несет собой информацию. В противоположность этой фундаментальной атрибутивной концепции информации существует **коммуникативная**, ведущая свое начало от этимологии термина коммуникация.

Информация часто истолковывается как сфера общения и средство общенаучной рефлексии, как ознакомление с чем-либо, сообщение, разъяснение.

Такое истолкование и породило коммуникативную концепцию информации, в которой информация воспринимается как передача сведений, сообщений, осведомление о положении дел. Различные аспекты этого вида информации подробно изложены в I–III главах.

Как наиболее популярная, коммуникативная концепция информации сохранялась до середины XX в. Объем передаваемых сообщений поставил задачу их количественного измерения. В 1948 г. К. Шенноном была создана математическая теория информации. В ней под информацией понимались не любые сообщения, передающиеся людьми друг другу, а только такие, которые уменьшают неопределенность у получателя.

Американский ученый-математик, Норберт Винер, основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта, предложил использовать понятие информации в кибернетике – науке об управлении и связи в живых организмах, обществе и машинах. В связи с этим оформилась **функциональная концепция информации**.

В рамках функциональной концепции информация стала пониматься как необходимый параметр самоуправляемой системы, указывающий на необходимость адекватной связи внешних и внутренних механизмов взаимодействия.

Функциональная концепция информации распространилась на самоуправляемые системы и объясняла специфику их поведения. Она стала пониматься как необходимое свойство самоорганизующихся систем, обуславливающее упорядочивание взаимодействий и взаимобмен. Без информации адекватность взаимодействий ставилась под сомнение.

В этом контексте информация интерпретировалась более узко, нежели в рамках атрибутивной концепции. Она интерпретировалась как особенность жи-



вых, самоуправляющихся систем или же сознательных существ, основная предпосылка и условие оптимального управления, но не свойство всей материи, как это было зафиксировано в атрибутивной концепции.

Современная теория располагает этими тремя концепциями, в которых показана значимость информации для человеческой деятельности.

В информации выделяют помимо количественных, еще и ценностные аспекты, которые способствуют правильной ориентации в окружающем мире и эффективному предвидению хода событий. Исследование информационных взаимодействий становится задачей первостепенной значимости в эпоху глобализации.

Все объекты в природе состоят из элементарных частиц, объединенных в более или менее сложные структуры. Поэтому все взаимодействия между объектами сводятся к взаимодействию элементарных частиц и происходят по законам физики микромира. Эти элементарные взаимодействия проявляются в свойствах объектов более высокой масштабной иерархии.

Собственно, именно эти элементарные взаимодействия и приводят к образованию разнообразных устойчивых структур большего масштаба.

Как было показано в I главе, эти структуры, приобретая определенную устойчивость, уже могут рассматриваться как самостоятельные, но связанные энергоинформационным взаимодействием, объекты макро- и мега-масштабного уровня Мироздания.

При описании химического взаимодействия вещественной части материи в литературе, процесс обмена кинетической энергией между находящимися в непрерывном движении атомами и молекулами часто представляют в виде их непосредственного столкновения без участия каких-либо посредников.

Следует, однако, иметь в виду, что **энергообмен** при взаимодействии атомов и молекул путем **соударения** (без участия среды-посредника) может иметь место только тогда, когда ими полностью преодолеваются силы **борновского отталкивания** и когда их собственные размеры на порядки превышают расстояния в точке соприкосновения (контакта).

В случае же масштабной иерархии материи, относящейся к **микромиру**, расстояния, разделяющие его структурные фрагменты – молекулы и атомы (длина связи), независимо от агрегатного состояния вещества, превышают, либо соизмеримы с их собственными размерами.

Так как физико-химические процессы, сопровождающиеся преодолением энергетического барьера связи атомов в молекулярных структурах вещества в

различных агрегатных состояниях протекают с поглощением энергии в диапазоне  $\sim 0,3 \div 10 \text{ эВ}$ , то кинетической энергии поступательного движения частиц ( $E_{\text{п}} < 0,1 \text{ эВ}$ ) недостаточно для преодоления обозначенного барьера, и по этой причине передача энергии столкновением в прямом смысле маловероятна, и, скорее всего, невозможна. При этом обмен кинетической энергией между частицами (в отсутствии их соударений) реализуется путем взаимодействия волновых процессов в сформированном таким образом **энергоинформационном поле**, т.е. имеет место **энергоинформационное взаимодействие**.

При рассмотрении многообразия энергоинформационного взаимодействия объектов в природе, показано, что общая характеристика энергоинформационного взаимодействия может быть представлена в виде обобщенного потенциала ( $\Theta$ ), который, являясь функцией двух переменных, следующим образом зависит от **интегральной интенсивности** (плотности) электромагнитного излучения энергоинформационного поля  $I$ , ( $\text{Вт/м}^2$  или  $\text{Вт/м}^3$ ), генерируемого колебательно-вращательным движением взаимодействующих атомов (молекул), и эффективности использования **информационной** составляющей поля  $\Omega$ , ( $\text{бит/см}^3 \cdot \text{с}$ , или  $\text{бит/г} \cdot \text{с}$ ):

$$\Theta = f\left(\frac{I \cdot \Omega}{I + \Omega}\right)$$

Структура приведенного уравнения позволяет прийти к заключению, что если в энергоинформационном поле, образующемся при протекании тех или иных процессов физико-химической трансформации вещества, преобладает энергетическая составляющая ( $I$ ), то обобщенный энергоинформационный потенциал ( $\Theta$ ) становится зависимым от информационной составляющей ( $\Omega$ ).

Если же в энергоинформационном поле будет доминировать информационная составляющая, то потенциал ( $\Theta$ ) будет пропорционален энергетической составляющей.

Полагаем, что взаимосвязь информационной ( $\Omega$ ) и энергетической ( $I$ ) составляющей энергоинформационного поля имеет вид:

$$I = e^{-\Omega}$$

Приведенные в данной работе примеры как внутрисистемного, так и надсистемного информационного (энергоинформационного) взаимодействия реципиентов с окружающей средой, дают основание утверждать, что независимо от содержательного уровня генерируемой и воспринимаемой информации, а также отношения источника информации и адресата к одушевленным или неодушевленным существам, сам факт информационного обмена основан на известных фи-

зических явлениях, а именно – волновых процессах распространяющихся в соответствующих средах, параметры которых могут быть представлены определенными энергетическими и информационными характеристиками.

Автором ставится под сомнение наличие в природе каких-либо «не известных» науке гипотетических физических полей, например, порождаемых «кручением» пространства – «торсионных полей», способных переносить информацию, о структурном порядке и других свойствах вещественной материи.

Автор выражает надежду, что приводимые в монографии доводы и аргументы в пользу предлагаемого суждения о природе энергоинформационного взаимодействия найдут понимание и одобрение у читателей.



## ЛИТЕРАТУРА

1. *Д. Хоффман*. Эрвин Шрёдингер. – М.: Мир, 1987. – 96 с.
2. *Шеннон К.* Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 830 с.
3. *Топоров В.Н.* Ведийская мифология. // Мифы народов мира Т. 1./ Под ред. Токарева С.А. – М.: Советская энциклопедия, 1987
4. *Емельянов В. М.* Стандартная модель и её расширения. – Москва: Физматлит, 2007. – 584 с. – (Фундаментальная и прикладная физика).
5. *Урсул А. Д.* Проблема информации в современной науке. – М.: Наука, 1975.
6. *Хургин В.* Об определении понятия «информация» // Информационные Ресурсы России. – 2007. – № 3.
7. *Топтыгин И. Н.* Космические лучи в межпланетных магнитных полях. М., 1983; *Бережко Е.Г., Ёлишин В.К., Ксенофонтов П.Т.* Ускорение космических лучей в остатках сверхновых // ЖЭТФ. – 1996. – Т. 109. – С. 3-43.
8. *Федосин С.Г.* Физические теории и бесконечная вложенность материи. Пермь, 2009, 844 стр.
9. *Богородский А. Ф.* Всемирное тяготения. – Киев: Наукова думка, 1971. – 351 с.
10. *Симанов А. Л.* Постнеклассическая физика. Методологические и эмпирические проблемы. // Гуманитарные науки в Сибири. — 2006. — № 1. — С. 12-21.
11. *Сергей Хайтун.* От эргодической гипотезы к фрактальной картине мира: рождение и осмысление новой парадигмы — М: Ком.Книга, 2007.
8. *Степин В.С.* Цивилизационного развития типы // Новая философская энциклопедия: В 4 т. М., 2001. - С. 330.
9. *Корчагин Г.Е., Журавлев А.А., Степин Ю.М.* Физика волновых процессов. Учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во КФ 2014. 77с.
10. *Переверзенцев С.В.* Практикум по истории западноевропейской философии (Античность, Средневековье, Эпоха Возрождения). М., 1997;
11. *Встовский Г.В.* Элементы теории информационной физики. – М.: МГИУ, 2002. – 260 с.
12. *Гуревич И.М., Урсул А.Д.* Информация – всеобщее свойство материи: Характеристики, оценки, ограничения, следствия. – М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 312 с.
13. *Коллин К.К.* Сущность информации и философские основы информатики // Информационные технологии. – М., 2005. – № 5. – С. 63–70.

14. *Невесский Н.Е.* Информационная динамика (Размышления о природе физических взаимодействий): Труды Отдела теоретических проблем РАН. – М., 2001. – 282 с.
15. *Шипов Г. И.* Теория физического вакуума. – М.: Наука, 1997. — 450 с.
16. *Акимов А. Е., Тарасенко В. Я.* Модели поляризованных состояний физического вакуума и торсионные поля. Изв. вузов. Физика. – **1992**. – Т.35, N 3. – С.13-23. – Библиогр.: 48 назв.
17. *Барбашов, Б. М., Нестеренко, В. В.* Суперструны – новый подход к теории фундаментальных взаимодействий. // Успехи физических наук. Том 150, № 4. — М.: 1986, с. 489—524.
18. *Бухбиндер И. Л.* Теория струн и объединение фундаментальных взаимодействий. // Соросовский образовательный журнал – 2001, № 7. – С. 99.
19. *Дрёмин И. М.* Физика на большом адронном коллайдере // УФН : журнал. – 2009. – Т. 179, № 6.
20. *Бажанов В.А., Волгин Л.И. В.И. Шестаков. К. Шеннон:* Судьба одной замечательной идеи. Научно-технический калейдоскоп – 2002. – вып. 2. – С. 43 – 48.
21. *Капитонова Ю. В., Летичевский А. А.* Парадигмы и идеи академика В. М. Глушкова. – Киев: Наукова думка, 2003. – 456 с.
22. *Брюсова В.* Личность. Ученый. Педагог. Журналист. К 80-летию со дня рождения В.Г. Афанасьева. – М.: РИЦ ИСПИРАН, 2003. – 36 с
23. *Архит*// Фрагменты ранних греческих философов. Часть 1. От эпических космогоний до возникновения атомистики / Издание подготовил А. В. Лебедев. – М.: Наука, 1989. – С. 447– 459.
24. *Климшин И.А.* Релятивистская астрономия. 2-е изд. – М.: Наука 1989. – 287 с.
25. *Федосин С.Г.* Физические теории и бесконечная вложенность материи. Пермь, 2009, 844 стр.
26. *Богородский А. Ф.* Всемирное тяготение.– Киев: Наукова думка, 1971. – 351 с.
27. *Симанов А. Л.* Постнеклассическая физика. Методологические и эмпирические проблемы. // Гуманитарные науки в Сибири. – 2006. – № 1. – С. 12-21.
28. *Владимиров Ю.С.* Пространство-время: явные и скрытые размерности. – Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. — 208 с.
29. *Грин Б.* Скрытая реальность. Параллельные миры и глубинные законы космоса. – М.: ЛИБРОКОМ. – 2013, - 400с.
30. *Иммануил Кант.* Критика чистого разума / Пер. с нем. Н. Лосского сверен и отредактирован Ц. Г. Арзаканяном и М. И. Иткиным; Примеч. Ц. Г. Арзаканяна. – М.: Эксмо, 2007. –736 с

31. *Дебок Г., Кохонен Т.* Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт, Альпина Паблишер, 2001, 317 стр.
32. *Пригожин И., Кондепуди Д.* Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М.: Мир, 2002. – 464 с.
33. *Мандельброт Б.* Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса // Бенуа Мандельброт. – Ижевск, : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. — 392 с.
34. *Яскевич, Я. С.* Раздел 1. Философия и ценности современной цивилизации // Философия и методология науки. – Мн.: Выш. шк., 2007. – С. 86. – 656 с.
35. *Засов, А. В.* Ядра галактик. Общие сведения. // Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов. – Фрязино : Век 2, 2006. – Т. 3. – С. 371. – 496 с
36. *Литвишков Ю.Н.* Корпускулярно-континуальная концепция химического взаимодействия. Монография, [www.epubli.de](http://www.epubli.de)., Кёльн, 2019., 167с.
37. *Терентьев И. В.* История эфира. – М.: ФАЗИС, 1999. – 176 с. – ISBN 5-7036-0054-5.
38. *Федоткин И.М.* На пути к познанию непроявленного мира: К развитию физики и теории физического вакуума, Производство избыточной энергии. – К.: Техніка, 2005. – 356 с.
39. *Зотов В.В.* и др. Терминологический словарь по автоматике, информатике и вычислительной технике. – М.: Высшая школа, 1989.
40. *Фролов Г.Д., Кузнецов Э.И.* Элементы информатики. – М.: Высшая школа, 1989.
41. *Gierer A., Menhardt H.* A theory of biological pattern formation //Cybernetik. 1972. Vol.12. P. 30-39.
42. *Тростников В.Н.* Человек и информация. – М.: Наука, 1970.
43. *Никольская И.Л.* Математическая логика. – М.: Высшая школа, 1981.
44. *Лазарев Ф. В.* Абстракция и реальность. // «Вестник МГУ», 1974; № 5;
45. **ЛЕНИН В.И.** ПОЛНОЕ СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ. ТОМ 18. МАТЕРИАЛИЗМ И ЭМПИРИОКРИТИЦИЗМ
46. *Хьюбел Д.* Глаз, мозг, зрение. – М.: «Мир», 1990. – 239 с.
47. *Кологривов В. Н.* Эффект Доплера в классической физике. – М.: МФТИ, 2012. – С. 25–26. – 32 с.
48. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. – М.: Физматлит, МФТИ, 2004. – Т. III. Электричество. – С. 347–348.
49. *Скрипников Ю. Ф.* Колебательный контур. – М.: Энергия, 1970 – 128 с.: ил. – (МРБ; Вып. 739).

50. *Ханц Фениш*. Карманный атлас анатомии человека. Минск: Вышэйшая школа, 1996 г.
51. *Черняев Ю. С.* Оптическое излучение // Физическая энциклопедия /— М Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 3. — С. 459. — 672 с.
52. *Шинкаренко В.Г.* Приём оптического излучения : учеб. пособие для вузов. — М. : МФТИ, 1981 . — 92 с.
53. *Пэдхем Ч., Сондерс Дж.* Восприятие света и цвета. — М.: «Мир», 1978. — С. 19.
54. *Зильбернагель С., Деспотулос А.* . Наглядная физиология. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 408 с.
55. *Боголюбов А. С., Жданова О. В., Кравченко М. В.* Миграции птиц // Справочник по орнитологии. — М. : Экосистема, 2006.
56. *Карри-Линдал К.* Птицы над сушей и морем: Глобальный обзор миграций птиц /— М.: Мысль 1984. — 208 с.
57. *Чернецов Н.С.* 2010. Миграция воробьиных птиц: остановки и полёт. М., Т-во научных изданий КМК. 173 с.
58. *Wolfgang Wiltschko, Roswitha Wiltschko.* Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals (англ.) // Journal of Comparative Physiology. A, Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology : journal. — 2008. — August (vol. 191, no. 8). — P. 675– 693.
59. *Pinzon-Rodriguez, Atticus; Bensch, Staffan; Muheim, Rachel* (2018): Supplementary material from "Expression patterns of cryptochrome genes in avian retina suggest involvement of Cry4 in light-dependent magnetoreception". The Royal Society. Collection.
60. *Чуб В.* Опыление растений и самонесовместимость в растениях //Цветоводство : журнал. — 2008. — № 4. — С. 18–21.
61. *Татаринов А. Г., Кулакова О. И.* Стрекозы (Фауна европейского Северо-Востока России. т. X). — СПб.: Наука, 2009. — 213 с.
62. *May M. L., Matthews J. H.* Migration in Odonata: a case study of *Anax junius* // Dragonflies and Damselflies. Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research / Cordoba–Aguilar A. (ed.). — Oxford: Oxford University Press, 2008. — P. 63–77.
63. *Anderson R. C.* Do dragonflies migrate across the western Indian Ocean? // Journal of Tropical Ecology. — 2009. — Vol. 25. — P. 347—358.
64. *Dingle H.* Migration: The biology of life on the move. — Oxford: Oxford University Press, 1996.
65. *Holland R.A., Wikelski M., Wilcove D.S.* How and why do insects migrate Science — 2006. — Vol. 313. — P. 794 – 796.

66. Борисов С. Н. Миграции стрекоз (Odonata) в Средней Азии: обзор. Часть 1. Широтные миграции // Евразийский энтомологический журнал. – 2015. – Т. 4, № 3. – С. 241–255.
67. Процалыкин М. Ю. и Купянская А. Н. Пчелы семейства Apidae Забайкалья. – Euroasian Entomological Journal, 2009. – С. 59 – 68.
68. Williams, Paul; Cameron, Sydney A.; Hines, Heather M.; Cederberg, Bjorn; Rasmont, Pierre. A simplified subgeneric classification of the bumblebees // Apidologie : journal. – 2008. – Vol. 39. – P. 46–74.
69. Ackerman J. D. Abiotic pollen and pollination: Ecological, functional, and evolutionary perspectives // Plant Systematics and Evolution journal. – Springer 2000. – 1 March (vol. 222, no. 1–4). – P. 167–185.
70. Collett M (2012) How navigational guidance systems are combined in a desert ant. Curr Biol **22**(10):927–932.
71. Брайен М. В. Общественные насекомые: Экология и поведение=Social Insects: Ecology and Behavioural Biology / Под ред. Г. М. Длусского. – М.: Мир, 1986. – 400 с.
72. Banks A. N., Srygley R. B. Orientation by magnetic field in leaf-cutter ants, *Atta colombica* (Hymenoptera:Formicidae)// Ethology : journal. – 2003. – Vol. 109. – P. 835–846.
73. Åkesson S., Wehner R. Visual orientation dissert *Cataglyphis fortis*: are snapshots coupled to a celestial system of reference. // The Journal of Experimental Biology : journal. – The Company of Biologists 2002. – Vol. 205. – P. 1971–1978.
74. Длусский Г. М. Муравьи рода *Формика*. – Москва: Наука, 1967. – 236 с.
75. Gotwald, W. H., Jr. (1995) «Army Ants: The Biology of Social Predation». (Cornell Univ. Press, Ithaca, NY – pp.1-302).
76. Добровольский В. В. Геология, минералогия, динамическая геология, петрография. – Москва: Владос, 2001. – С. 320
77. Sarah Elisabeth Pfeffer, Verena Luisa Wahll, Matthias Wittlinger. and Harald Wolf1. High-speed locomotion in the Saharan silver ant, *Cataglyphis bombycina* © 2019. Published by The Company of Biologists Ltd | Journal of Experimental Biology (2019) 222, jeb198705. doi:10.1242/jeb.198705
78. Емец Б.Г. О физическом механизме влияния низкоинтенсивного электро-магнитного излучения на биологические клетки. // Биофизика.1999.-Т. 44.-С. 555-558.
79. Литвишков Ю.Н. Микроволновая химия гетерогенного катализа. [www.epubl.köln](http://www.epubl.köln). 2019. P. 180.
80. Литвишков Ю.Н., Мурадова П.А., Третьяков В.Ф., Тальшинский Р. М.,



- Эфендиев М. Р., Гусейнова Э. М., Шакунова Н. В.* Микроволновое стимулирование реакции dealкилирования толуола с водяным паром в присутствии Ni-Co-Cr/Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-катализатора. Нефтехимия 2012 «Наука» Т. 52, №3, С.211-214.
81. *Вилесов Ф.И., Ермолаев В. Л., Красновский А.А.* Молекулярная фотоника. — Л. Наука. 1970. — 438 с.
82. *Данилов В.И.* О воздействии магнитных полей на биологические объекты //Биофизика, 1970. Т.35. Вып.6. С.989.
83. *Старухин Р.С., Белицин И.В., Хомутов О.И.* Метод предпосевной обработки семян с использованием эллиптического электромагнитного поля // : Ползуновский вестник. – 2009. - № 4. – С. 100
84. *Смирнов, А.И., Орлов Ф.С., Пентелькина Н.В.* Использование низкочастотных электромагнитных полей для повышения посевных и фитосанитарных качеств семян хвойных пород, // Сб.науч.тр. Вып.35.- Брянск: БГИТА, 2013.- С. 79-86.
85. *Рубцова, Е. И., Хныкина А. Г* Влияние импульсного электрического поля на энергию прорастания семян сои // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 12. – С. 26-27.
86. *Ниязов, А. М.* Предпосевная обработка семян ячменя в электростатическом поле : Дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 Ижевск, 2001. - 167 с.
87. *Калинин, Л.Г., Бошкова И.Л., Панченко Г.И., Коломийчук С.Г.* Влияние низкочастотного и высокочастотного электромагнитного поля на семена // Биофизика. 2005. Т.50 Номер: 2 С. 361-366
88. *Калашикова, Е.А., Ковалев В.М., Белов Д.В.* Перспективы использования энергоинформационного поля при искусственном лесовыращивании . // Лесн.хозво, - 1988.- № 4 –21 с.
89. *Комиссаров, Г.Г.* Влияние флуктуирующего электромагнитного поля на ранней стадии развития растений // Доклад АН. – 2006. Т. 406. № 1. – С. 108-110.
90. *Григорьев, Ю.Г.* Отдаленные последствия биологического действия электромагнитных полей // Радиационная биология. Радиоэкология. 2000. Т. 40, №2. С. 217-225.
91. *Вернадский, В.И.* Биосфера и ноосфера. / Предисловие Р. К. Баландина. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
92. *Чижевский, А. Л.* Космический пульс жизни. – М. Мысль, 1995. – 768 с.
93. *Мартынюк, В.С., Темурьянц Н.А* Экспериментальная верификация электромагнитной гипотезы солнечно-биосферных связей. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского Серия «Биология, химия». 2007. Том 20 (59). № 1. С. 8-27.

94. *Школьник Ю.К.* Растения. Полная энциклопедия. Мир растений в интересных фактах и красочных иллюстрациях. ЭКСМО- Москва 2010. 247с.
95. *Афонькин С.Ю.* Самые удивительные растения. Школьный путеводитель. Балтийская книжная компания. 2007. 172с.
96. *Тальма Лобель.* Тёплая чашка в холодный день: Как физические ощущения влияют на наши решения = Sensation The New Science of Physical Intelligence. – М.: Альпина Паблишер. 2014. – 259 с.
97. *Есаков А. И., Дмитриева Т. М.,* Нейрофизиологические основы тактильного восприятия, М., 1971; Физиология сенсорных систем, ч. 2,
98. *Лурия А.Р.* Маленькая книжка о большой памяти.. – М. : Издательство Московского университета, 1968. – С. 78. – 88 с.
99. *Рупперт Э. Э., Фокс Р. С., Барнс Р. Д.* Зоология беспозвоночных. Функциональные и эволюционные аспекты = Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach / пер. с англ. Т. А. Ганф, Н. В. Ленцман, Е. В. Сабанеевой; под ред. А. А. Добровольского и А. И. Грановича. –7-е издание. – М.: Академия, 2008.
100. *Воротников С. А.* Информационные устройства робототехнических систем. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 384 с.
101. *Тыщенко В. П.* Определитель пауков европейской части СССР. – Л.: Наука, 1971. – 282 с.
102. Дельфины // Царство животных / Перевод с англ. С. В. Чудова. – М.: ОНИКС, 2000. – С. 177.
103. Жизнь животных В 7 т. / гл. ред. Соколов В.Е.. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1983. – Т. 4 : Ланцетники. Круглоротые. Хрящевые рыбы. Костные рыбы / под ред. Расса Т.С. – С. 46– 47. – 575 с.
104. *Король, Бенедикт; Ху, Юйчжи; Лонг, Джон А. (11.02.2018).* «Электрорецепция у ранних позвоночных»: обзор, доказательства и новая информация Палеонтология . **61** (3): 325–358.
105. *Альберт, JS; Крэмптон, WG* (2006). «Электрорецепция и электрогенез». В Лутце, PL (ред.). Физиология рыб . Бока-Ратон, Флорида: CRC Press. С. 429–470.
106. *Scheich, H .; Langner, G .; Tidemann, C .; Коулз, Р.Б; Гуппи, А.* (1986). «Электрорецепция и электролокация у утконоса». Природа . **319** (6052): 401–402.
107. *Решетников Ю.С., Котляр А. Н., Расс Т.С. Шатуновский М. И.* Пятиязычный словарь названий животных. Рыбы. Латинский, русский, английский, немецкий, французский. / под общей редакцией акад. Соколова В.Е. – М.: Рус.яз., 1989. – С. 155.
108. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. СПб., 1998.

109. *Брунер, Дж.* Психология познания. М.: Прогресс, 1977, с. 320.
110. *Гингер Серж.* Гештальт: искусство контакта. – М.: 2009. – С. 134.
111. *Перлз Ф., Гудман П., Хефферлин Р.* Практикум по гештальт-терапии /. – М.: 2005.
112. *Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М.* Поверхностные силы. – М.: Наука, 1985. – 400 с.
113. *Grochowski P, Trylska J.* (2008) Continuum molecular electrostatics, salt effects, and counterion binding – a review of the Poisson-Boltzmann theory and its modifications. *Biopolymers* 89(2):93-113.
114. *Malhotra, A., Severinova E., and Darst S.A.* (1996) Crystal structure of a sigma 70 subunit fragment from E. coli RNA polymerase. *Cell* 87:127-36.
115. *Krylov A.S., Zasedateleva O.A., Prokopenko D.V.* et al. Massive parallel analysis of the binding specificity of histone-like protein HU to single- and double-stranded DNA with generic oligodeoxyribonucleotide microchips. *Nucl. Acids. Res.* 2001; 29: 2654-60.
116. *Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж.* и др. Молекулярная биология клетки. В 3 томах. – М.: Мир, 1994.
117. *Шайтан К.В., Рубин А.Б.* Стохастическая динамика и электронно-конформационные взаимодействия в белках // *Биофизика.* – 1985. – Т. 30, вып. 3. – С. 517–526.
118. *Березин И.В.*, Исследования в области ферментативного катализа и инженерной этимологии, М., 1990.
119. *Диксон М., Уэбб Э.* Ферменты. М., 1982. Т. 1–3.
120. *Дженке В, П.,* Катализ в химии и энзимологии, пер. с англ., М., 1972:
121. *Зоркий П. М.* Симметрия молекул и кристаллических структур. М.: изд-во МГУ, 1986. –232 с
122. *Бокий Г. Б.* Кристаллохимия.3 изд., М., 1971.
123. *Радзишевский А. Ю.* Основы аналогового и цифрового звука. – М.: Вильямс, 2006. – С. 288.
124. *R. Bruce Lindsey* The Story of Acoustics. // *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol.39, issue 4, 1966, p.629-644
125. *Исакович М. А.* Общая акустика. – М.: Наука, 1973. – 496 с.
126. *Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маціпура В. Т.* Основы акустики. – К.: Наукова думка, 2007. – 640 с.
127. *Римский—Корсаков А. В.* Электроакустика. – М.: Связь, 1973. – 272 с.
128. Акустика океанической среды / Под ред. Л. М. Бреховских. – М.: Наука, 1989. – 222 с.

129. *Маньковский В. С.* Акустика студий и залов для звуковоспроизведения. — М.: Искусство, 1966. — 376 с.
130. *Алдошина И., Приттс Р.* Музыкальная акустика. Учебник. — СПб.: Композитор, 2006. — 720 с.
131. *Музыка - танец и окружающая среда.* Серданг: Универсиада Putra Malaysia Press, 2013, 1–31.
132. *Флетчер Н.* (2007): Биоакустика животных IN: Rossing T.D. (ред.): Springer Handdook of Acoustics, Springer.
133. Акустика для звукорежиссёров : [Учеб. пособие] / Анатолий Ананьев. — К. : Феникс, 2012. — 251 с.
134. Физика визуализации изображений в медицине: в 2-х томах. Том 2. Глава 7. Ультразвуковая диагностика: Перевод с англ./Под ред. С. Уэбба. — М.: Мир, 1991. — С. 5 – 104.
135. *Mancuso, S., Marras, A. M., Magnus, V., & Baluška, F.* (2005) Analytical biochemistry, 341(2), 344–351.
136. Медузы // Биология / Сост. С. Т. Исмаилова. — 3-е изд. — М.: «Аванта+», 1996. —Т. 2. — С. 315.
137. *Поллак Л.С. М.* Планк и возникновение квантовой физики // *Планк М.* Избранные труды. — М.: Наука, 1975. — С. 685–734.
138. *Грибов Л.А.* Введение в молекулярную спектроскопию. М: Наука, 1976. 400с.
139. *Бердетт Дж.* Химическая связь. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. 248с.
140. *Бейдер Р.* Атомы в молекулах. Квантовая теория. М.: Мир, 2001. — 532 с.
141. *Кикоин А. К., Кикоин И. К.* Молекулярная физика. М., 1996.
142. *Буданов, В.В.* Об изложении теории активированного комплекса в курсе физической химии и расчет активационных параметров химических реакций //Изв. вузов. Химия и хим. технол., 2007. - Т.50, вып.6. - С.117-120.
143. *Резибуа П., Де Ленер М.* Классическая кинетическая теория жидкостей и газов. — М.: Мир, 1980. — 424 с.
144. *Кнорре Д.Г., Эмануэль Н. М.* Курс химической кинетики 4-е издание, М.: Высшая школа, 1984. — 463 с.
145. *Сеттерфилд Ч.* Практический курс гетерогенного катализа. Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. -520 с.
146. *Jacob D. Bekenstein,* “Universal upper bound on the entropy-to-energy ratio for bounded systems”, Physical Review D, Vol. 23, No. 2, (January 15, 1981), pp. 287–298,

147. *Угаров В. А.* Глава 5.6. // Специальная теория относительности. — Москва: Наука, 1977.
148. *Л. В. Самусева, Г. И. Чубукова, Е. В. Лапкина.* Энергетика химических процессов: учеб.-метод. пособие / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус, гос. ун-т транспорта. — Гомель: БелГУТ, 2010. — 60 с.
149. *Рудой Ю. Г.* Устойчивость термодинамическая. // Большая российская энциклопедия. Том 33. Москва, 2017, стр. 126.
150. *Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю.* Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М., 2003;
151. *Боголюбов А. Н.* Гюйгенс Христиан // Математики. Механики. Библиографический справочник. — Киев: Наукова думка, 1983. — 639 с.
152. *Льоци М.* История физики. — М.: Мир, 1970. — 464 с.
153. *Кузнецов Н.В., Лобачев М.Ю., Юлдашев М.В., Юлдашев Р.В.* О проблеме Гарднера для систем управления фазовой автоподстройкой частоты (рус.) // Доклады Академии наук. — 2019. — Т. 489, № 6. — С. 541–544
154. *Андронов А.А., Вит А.А., Хайкин С.Э.* Теория колебаний. М. Наука 1981.
155. Колебания и бегущие волны в химических системах. Ред. Р.Филд и М. Бургер. — М., «Мир», 1988
156. *Pikovsky A.S., Rosenblum M.G., Kurths J.* // Int. J. of Bifurcation and Chaos. 2000. Vol. 10. P. 2291.
157. *Pikovsky A.S., Rosenblum M.G., Kurths J.* Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences. Cambridge University Press, 2001
158. *Hoimberg A., Bibliographi över J.J. Berzelius*, dl 1–2, Stockh., 1933—36; suppl. 1—2, Stockh., 1936—53.
159. *Кудрявцев П. С.* Фарадей. — М.: Просвещение, 1969. — 169 с.
160. *Родный Н. И., Соловьёв Ю. И.* Вильгельм Оствальд, 1853 – 1932. — М.: Наука, 1969.
161. *Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И.* Выдающиеся химики мира. — М.: Высшая школа, 1991. — 656 с.
162. *Волков В. А.* Химики. - Киев, Наукова думка, 1984.
163. *Атросенко В.И.* Творческая деятельность Ивана Евграфовича Ададунова // Известия вузов. Химия и химическая технология. — 1963. — № 3.
164. *Баландин А.А.* Мультиплетная теория катализа. М.: Изд-во МГУ, ч. I, 1963; ч. II, 1964; ч. III, 1970.
165. *Рогинский, С.З.* Адсорбция и катализ на неоднородных поверхностях / С.З. Рогинский ; АН СССР, Ин-т физ. химии. — М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1948.
166. *Кобозев Н.И.* В кн.: Современные проблемы физической химии. Т. 3. М.: Изд-во МГУ, 1968, с. 3–60.

167. *Музыкантов В.С., Яблонский Г.С.* Академик Георгий Константинович Боресков (1907–1984): Краткий очерк о жизни и творчестве // Академик Георгий Константинович Боресков: Очерки. Материалы. Воспоминания / Отв. ред. В.Н.Пармон. – Новосибирск: Ин-т катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, 1997. – С. 13.
168. Einstein, A. Quantentheorie der Strahlung / A. Einstein // *Physikalische Zeitschrift*.-V. 18.- P. 121-128.
169. *Ададуров, И.Е.* Зависимость между совпадающей длиной волны катализатора, абсолютной температурой начала реакции и направлением реакции // *Журнал физической химии*. - 1931. - Т.2. - №1. - С.142-146.
170. *Шкерина Т. И.* Академик Баландин А.А. Создатель первой теории гетерогенного катализа. // *История и педагогика естествознания*. 2018. №1. – С. 45 – 48.
171. *Григорьев Б. А., Цветков Ф. Ф.* Тепломассообмен: Учеб. пособие –2-е изд. – М: МЭИ, 2005.
172. <https://utmagazine.ru/posts/18108-svet-mozhet-stat-osnovnoy-formoy-peredachi-teplovoy-energii>.
173. *Гухман А.А.* Об основаниях термодинамики. – 2-е изд. – М.: ЛКИ, 2010. – 384 с.
174. *Колесников И.М.* Катализ и производство катализаторов. М.: "Техника", 2004. - 400 с.
175. *Родионов А.е., Широбокова Г.Н., Бондаренко Г.Н., Павлюк Ю.В., Колесниченко Н.В., Батова Т.Н., Хиврич Е.Н., Хаджиев С.Н.* Исследование превращения диметилового эфира на цеолитных катализаторах HZSM-5/A1203 методом высокотемпературной ИК-Фурье диффузного отражения in situ. // *Нефтехимия* - 2013. - Т.53, №5. - С. 357-363
176. *Lamberti C., Groppo E., Spoto G., Bordiga S., Zecchina A.*// *Adv. Catalysis*. – 2007, – V. 51, P.
177. *Lamberti C., Zecchina A., Groppo E., Bordiga S.* // *Chem. Soc. Rev.*, – 2010, – V. 39, – P. 4951.
178. *Davydov A. A.* Molecular spectroscopy of oxide catalyst surfaces; edited by N.T. Sheppard. – Wiley, 2003.
179. *Heald, M. A.* Where is the 'Wien peak'? (англ.) // *American Journal of Physics* — 2003. – Vol. 71, no. 12. – P. 1322–1323.
180. *В.М.Гордиенко, А.В.Михеенко, В.Я.Панченко,* Колебательно-поступательная релаксация в VS при больших уровнях возбуждения, *Квантовая электроника*, 1978, т.5, §8, стр.1789.
181. *R. C. Harney.* CO<sub>2</sub> Lasers For Military Applications – 1989-01-01. – Т. 1042. – С. 42–54.

182. *Ораевский А.Н.* Возможности направленного (селективного) инициирования химических реакций лазерным излучением. - ХВЭ, 1986, т.20, N2, с. 102.
183. *Быковский Ю.А., Бахиркин Ю.А., Ошурко В.Б., Чистяков А.А.* Тепловая диссоциация молекул при резонансном лазерном воздействии на поверхность молекулярных конденсированных сред. – ХВЭ, 1994, т.28, N5, с.344.
184. *Карлов Н.В., Прохоров А.М.* Селективные процессы на границе раздела двух сред, индуцированные резонансным лазерным излучением. У ФН. 1977, т. 123, N1, с.57.
185. *Евтихиева О.А., Ринкевичюс Б.С., Толкачев А.В.* Визуализация нестационарной конвекции в жидкости около нагретых тел с помощью структурированного лазерного излучения. // Вестник МЭИ. 2007, №1, С.65-75.
186. Наука в Сибири (sbras.info), 29.04.2021
187. Вода - космическое явление. Издательство: М.: РАЕН, 2002, 427с.
188. *Эйзенберг Д., Кауцман В.* Структура и свойства воды : пер. с англ. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.
189. *F. N. Keutsch and R. J. Saykally,* Water clusters: Untangling the mysteries of the liquid, one molecule at a time, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 98 (2001) 10533-10540.
190. *Гладышев Г. П.* Жизнь – неотъемлемая составляющая эволюции материи // Успехи Геронтологии, Май. 2005, Вып. 16. С. 21–29.
191. Gibbs J. W. The Collected Works of J. Willard Gibbs. Thermodynamics. New York: Longmans, Green and Co., 1928. V. 1. P. 55—349. (Рус. Пер. М.: Наука. 1982. 584).
192. *Каплан И. Г.* Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчёты и модельные потенциал. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 400 с.
193. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики. – М.: Наука, 1985.
194. *Тилли Д. Р., Тилли Дж.* Сверхтекучесть и сверхпроводимость. – М.: Мир, 1977. – 304 с.
195. *Давыдов А. С.* Квантовая механика. – Наука, 1973. – С. 334.
196. *Масунов А.Э., Зоркий П.М.* //Журнал структурной химии. 1992. Т.33, №3. С. 105–118.
197. *Третьяков М Ю, Кошелев М А, Серов Е А, Паршин В В, Одинцова Т А, Бубнов Г М.* "Димер воды и атмосферный континуум" УФН 184 1199–1215 (2014).
198. *Храмов Ю.А.* Томсон Джозеф Джон (Thomson Joseph John) // Физики: Биографический справочник / Под ред. А.И. Ахиезера – Изд. 2-е, испр. и дополн. – М.: Наука, 1983. – С. 263. – 400 с.

199. *Иммануил Кант*. Собрание сочинений в 8 томах. – Издательство: ЧОРО, 1994 г.
200. *D'Angelo, G.; Bodenheimer, P.* Three-Dimensional Radiation-Hydrodynamics Calculations of the Envelopes of Young Planets Embedded in Protoplanetary Disks // *The Astrophysical Journal* : journal. IOP Publishing – 2013.–Vol. 778, no. 1. – P. 77 (29 pp.).
201. *Елфимов Г.Е.* Понятие «нового» в теории эмергентной эволюции. // *Управленческое консультирование*. СПб., 2009. — № 1. — С.187-222.
202. *Akhras G.* Smart materials and smart systems for the future // *Canadian Military Journal*. – 2000. – № 3. – P.25–32.
203. *Smart Materials and Systems* // *Postnote. Parliamentary Office of Science and Technologe*. 2008, № 299. – P.1–4.
204. *Kuznetsov A.A., Shlyakhtin O.A., Brusentsov N.A., Kuznetsov O.A.* «Smart» Mediators For Self-Controlled Inductive Heating // *European Cells and Materials* – № 3. Suppl. 2, 2002 – pp. 75-77.
205. [https://www.dlr.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.dlr.de/DE/Home/home_node.html)
- 206 <https://germania-online.diplo.de/ru-dz-ru/wissenschaft/Technologie/-/2308780>
207. *Э. Удд*. Волоконно-оптические датчики / под ред. Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – С. 17.
208. *Абашкин Р.Е., Руднев М.О.* Перспективы применения самовосстанавливающихся материалов. Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» в 4 томах. 2014, т.1, с.25.
209. [https://ru.xcv.wiki/wiki/Self-healing\\_material](https://ru.xcv.wiki/wiki/Self-healing_material)
210. *M. Nosonovsky, P.K. Rohatgi* “Biomimetics in material science”. – Springer. .– 2012. - 415 p.
211. *Жульков М.В.* – Ноосферный энергетизм: фундаментальная онтология // *Философская мысль*. – 2017. – № 9. – С. 23 - 45.
212. *Бурместер Г.-Р., Пецутто А.* Наглядная иммунология. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.–320 с.
213. *Вячеслав Тарантул*. Толковый русско-английский словарь по молекулярной и клеточной биотехнологии – Litres, 2018. – Т. 1. – С. 490 – 491. – 986 с.
214. *А.Ройт, Дж. Бростофф, Д.Мейл*. Иммунология. М., «Мир», 2000.
215. *Галактионов В. Г.* Иммунология. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 528 с.



216. *Алешенков М.С., Родионов Б.Н.* Взаимодействие физических полей и излучений с биологическими объектами и защита от их негативного воздействия.- М.: МГУЛ, 1998.
217. *Alcais A., Abel L., Casanova J.-L.* Human genetics of infectious diseases: between prof. of principle and paradigm. *J. Clin. Invest.* 2009; **119**. 2506-2514.
218. *Акимов А. Е., Кузьмин Р. Н.* Анализ проблемы торсионных источников энергии // Прикладная физика. – **1996**. – N 1. – С.96-101.
219. *Кожокару А.Ф.* Механизм энергоинформационного воздействия ЭМИ малой интенсивности // Проблемы электромагнитной безопасности человека: Тез. Докл. 1-ой Российской конф.- М., 1996.
220. *Субботина Т.И., Яшин М.А., Яшин А.А.* Исследование негативного воздействия на организм низкоэнергетического СВЧ-излучения и выводы для клинико-диагностической практики // Фізика живого.- Т.6, N1.- Киев: Відгук, 1998.
221. *Нефедов Е.И., Протопопов А.А., Семенов А.Н., Яшин А.А.* Взаимодействие физических полей с живым веществом.- Тула: ТГУ, 1995.
222. *Храмов Ю.А.* Фрёлих Герберт (Frohlich Herbert) // Физики : Биографический справочник / Под ред. А.И. Ахиезера – Изд. 2-е, испр. и доп. –М. : Наука 1983. – С. 282. – 400 с.
223. *Давыдов А. С.* "Солитоны в квазиодномерных молекулярных структурах" *УФН* **138** 603–643 (1982).
224. *Хабигер Э.* Электромагнитная совместимость. М.: Энергоатомиздат, 1995.
225. <https://www.zdorovieinfo.ru/is-medicina/>
226. *Винокуров И., Гуртовой Г.* Психотронная война: от мифов – к реалиям. – М.: Мистерия, 1993. 366 с.
227. *Луков Вл.А.* Принцип суггестии: Редклиф в сранении с Уолполом// Информационный гуманитарный портал «Знание, понимание, умение». – 2012. – № 4 (июль–август).
228. Общее дело. Сборник докладов на I Всесоюзных Федоровских чтениях. Комитет Космонавтики и ДОСАФ СССР. Москва 1990г. <http://nffedorov.ru/texts/kp/fedorov.pdf>
229. [https://www.gazeta.ru/tech/2020/04/06/13037767/5g\\_corona.shtml](https://www.gazeta.ru/tech/2020/04/06/13037767/5g_corona.shtml)
230. <https://regnum.ru/news/accidents/3229292.html>
231. *Пресман А.С.* Организация биосферы и ее космические связи.- М.: ГЕОСинтер, 1997.
232. <https://eniology.org/kniga-eniologiya.html>
233. *Мэлли М.* История открытия бета-излучения Успехи физических наук, Т. 2, вып. 2. – 1973. – С. 389–398.

234. *LaFave, T., Jr.* Correspondences between the classical electrostatic Thomson problem and atomic electronic structure (англ.) // J. Electrostatics : journal. –2013. – Vol. 71, no. 6. – P. 1029–1035.
235. *Резерфорд, Э.* Строение атома и искусственное превращение элементов. // Избранные научные труды / Отв. ред. Г.Н.Флеров. Сост. и ред. перевода Ю.М.Ципенюк.. – М.: Наука, 1972.
236. *Резерфорд* – учёный и учитель. К 100-летию со дня рождения / Под редакцией П.Л. Капицы – М.: Наука, 1973.
237. *Додонов В. В., Манько В. И.* Обобщения соотношений неопределённостей в квантовой механике. – Труды ФИАН СССР. – 1987. – Том 183. – С. 5-70.
238. *Широков Ю.М., Юдин Н.П.* Ядерная физика. – М.: Наука, 1972. – 670 с.
239. *Мария Кюри.* Самый сокровенный секрет материи. Радиоактивность и элементы (рус.) // Наука. Величайшие теории.: Еженедельное издание / Пер. с исп., главный редактор А. Жаркова. – М, 2015. – Вып. 10.
240. *Храмов Ю.А.* Чэдвик (Чадвик) Джеймс (Chadwick James) // Физики : Биографический справочник /Под ред. А.И. Ахиезера. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Наука.: 1983. – С. 295. – 400 с.
241. Журнал оф нуклеар физикс 188, 189, 473. Наука (издательство) и books google.ru (2002). – Том 65, Выпуски 1-4.
242. *Маляров В. В.* Основы теории атомного ядра. – М.: Наука, 1959. – С. 177, 182, 198
243. *Франк И.М.* Модель составного ядра Н.Бора и нарушение четности // УФН – 1986.Т. 14, № 4.
244. *Мухин К.М.* Экспериментальная ядерная физика ядерная физика. – Москва: Энерго-атомиздат, 1993. – С. 125.
245. *Капитонов И.М.* Введение в физику ядра и частиц. М.: МГУ, 2000.
246. *Гепперт-Майер М., Йенсен И.,* Элементарная теория ядерных оболочек, Иностранная литература, М., 1958.
247. *Бор О., Моттelson В.,* Структура атомного ядра, пер. с англ., т. 1 - 2, М., 1971 - 77;
248. *Паули В..* Принцип запрета, группа Лоренца, отражение пространства, времени и заряда // Нильс Бор и развитие физики. – М., ИЛ, 1958. – с. 46-74.
249. *Бор О.* О структуре атомных ядер. //УФН – 1958. – Т. 65, вып. 7. – С. 489.
250. *Соловьев В.Г.* Теория атомного ядра. Квазичастицы и фононы. М.: Наука, 1989

251. Бор О. Вращательное движение в ядрах. //УФН – 1976. – Т. 120, вып. 12. – перевод Нобелевской лекции, прочитанной в Стокгольме 11 декабря 1975.
252. Навроцка В.И., Назмитдинов Р.Г. Некоторые вопросы парных корреляций в конечных Ферми-системах. //Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2000. Т. 31. Вып.4.
253. Тамм И.Е. Яков Ильич Френкель. //Успехи физических наук – 1962. – Т. LXXVI, № 3. – С. 414.
254. Храмов Ю.А. Фешбах Герман (Feshbach Herman) // Физики : Биографический справочник / Под ред. А.И.Ахиезера. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Наука. 1983. – С. 277.
255. Валантен Л.. Субатомная физика: ядра и частицы. Т-1, Т-2, М.: Мир 1986.
256. Васильев А. Деление урана: от Клапрота до Гана // Квант – 2001 - №4 – С.20,21,30.
257. Шрёдингер Э. К принципу неопределённостей Гейзенберга // Избранные труды по квантовой механике – М.: Наука, 1976. – С. 210–217.
258. Франк И.М. Модель составного ядра Н. Бора и нарушение четности/ УФН. – 1986. – Т. 14, № 4.
259. Бор Н. Захват нейтрона и строение ядра. //УФН – Т. 14, вып. 4, № 4. – С. 425–435.
260. Бете Г., Моррисон Ф. Элементарная теория ядра. – М: Иностранная литература, 1958. – С. 207 – 209. – 352 с.
261. Солнце // Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Под ред. Р.А. Синяева – 2-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – С. 37. – 783 с.
262. Aurel Bulgac et al. Induced Fission of within a Real-Time Microscopic Framework, Physical Review Letters (2016).
263. Погребысский И.Б. Готфрид Вильгельм Лейбниц. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Наука, 2004. — 270 с.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	<b>Стр.</b>
1. Предисловие .....	3
2. Введение.....	5
3. I.Глава. Энергоинформационное взаимодействие и фрактальная парадигма Мироздания.....	15
4. II. Глава. Энергоинформационное поле, как посредник энергетического взаимодействия в материальных средах.....	25
5. II.1. Электромагнитное излучение и зрительное восприятие информации .....	33
6. II.2. Осязание, как источник энергоинформационного взаимодействия с окружающей средой.....	51
7. II.3. Узнавание и воспроизведение информации одушевленными реципиентами и на молекулярном уровне.....	56
8. III. Глава. Механические колебания, акустические волны и звуковое восприятие информации.....	64
9. IV. Глава. Энергоинформационное взаимодействие при химическом превращении веществ.....	74
10. V. Глава. Энергоинформационное взаимодействие и катализ.....	101
11. VI. Глава. Стабильность материальных систем к внешнему воздействию вещества и поля.....	121
12. VII.Глава. Энергоинформационное взаимодействие и «умные» SMART-материалы.....	136
13. VIII.Глава. Энергоинформационное воздействие на иммунную систему человека.....	144
14. IX. Глава. Ошибочное раскрытие сущности микромира.....	164
15. Заключение.....	189
16. Литература.....	196



**Юрий Николаевич Литвишков** - азербайджанский химик, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Национальной Академии Наук Азербайджана по специальности физическая химия, химическая кинетика и катализ. Является автором более 380 научных трудов, в том числе 80-ти изобретений в области разработки но-

вых, эффективных катализаторов для промышленно-важных процессов окислительного аммонолиза ароматических и алифатических углеводородов в паровой и жидкой фазах, восстановительного аминирования ряда кислородсодержащих ароматических и алифатических соединений, совместного глубокого окисления углеводородов и монооксида углерода, деалкилирования толуола с водяным паром, жидкофазного окисления ароматических углеводородов в карбоновые кислоты, прямого ацилирования ароматических и алифатических аминов карбоновыми кислотами и др. В настоящее время занимается разработкой научных основ синтеза поглощающих микроволновое электромагнитное излучение гетерогенных катализаторов и СВЧ-технологий гетерогенного катализа реакций, осуществляемых при стимулирующем воздействии сверхвысокочастотного поля. Разработанный на основе исследованных реакций ряд промышленных азотсодержащих биоцидов внедрен в промышленном масштабе в качестве присадок к изоляционным покрытиям магистральных газопроводов, повышающих их биостойкость при биокоррозионном воздействии почвенных микроорганизмов.

