А. М. Дейчман

2017

Генетический код: от потоков элементарных частиц (фотонов, других) – до формирования геномов и генетического кода. В контексте гипотетического механизма биосинтеза олигонуклеотидов вне генома

Монография

МИР НАУКИ
ИЗДАТЕЛЬСТВО

УДК 577.123
ББК 28.04
Д 252

Рецензенты: Шабалкин Игорь Петрович – д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории радионуклидных и лучевых технологий в экспериментальной онкологии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

Зиновьев Сергей Васильевич – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии НИИ ЭД и ТО ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России.

Дейчман, Александр Маркусович
Д 252 Генетический код: от потоков элементарных частиц (фотонов, других) – до формирования геномов и генетического кода. В контексте гипотетического механизма биосинтеза олигонуклеотидов вне генома. Монография – М.: Мир науки, 2017. – Режим доступа: http://izd-mn.com/PDF/20MNNPM17.pdf – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-9500228-7-6

В монографии (книге) рассмотрены возможные непроясненные условия формирования и регуляции экспрессии генов / генома и генетического кода с участием гипотетического вПОТ-механизма «генетического-поиска» / «перебора-вариантов» (т.н. вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции, вПОТ-механизма, функционирующего, по крайней мере, в ДНК-содержащих клеточных органеллах эукариот митохондриях / хлоропластах), элементарных частиц (реальных / виртуальных фотонов, др.) и некоторых физических / биофизических факторов. Издание предназначено для сложившихся и формирующихся научных сотрудников, аспирантов, студентов {(био)физиков, (био)химиков, молекулярных генетиков / биологов, эволюционистов, и т.д.}, а также «междисциплинарщиков», работающих в области таких наук, как биология, биомедицина, теоретическая (фундаментальная) физика (и др.).

ISBN 978-5-9500228-7-6

© Дейчман Александр Маркусович
© ООО Издательство «Мир науки», 2017

Оглавление

Введение 8
Гипотетический механизм вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции 8
Гипотетическая супрамолекулярная «ретранслосома» 8
Митохондрии 9
Вариабельная Поэпитопная Обратная Трансляция (продолжение) 11
Полный перечень работ, посвященных данной тематике 14
Структурирование данной работы 14
Хлоропласты и современный универсальный генетический код (УГК) 16
Хлоропласты, тилакоиды и преобразование энергии и сигналов 19
Некоторые другие особенности строения митохондрий 21
Взаимодействия в митохондриях / хлоропластах (Мт / Хп): от элементарных и квазиэлементарных частиц, – до молекул и биомакромолекулярных комплексов 27
Отступление 1. Сжатые состояния 27
Сортинг эпитопов 29
Фотоны, общий ЭЛП и ГЧОС-система. В контексте гипотетических вПОТ / ВНП-передача механизмов и процесса формирования универсального генетического кода (современного УГК) 31
Атомы и (био)(макро)молекулы, − вероятные специфические «ловушки» и «убежища» относительно замкнутых специфических же потоков элементарных частиц (*зд*. фотонов и др.) 35
Радиофотоника 36
Предполагаемый нуклонный захват (в частности, в митохондриях) 37
Предполагаемые варианты трансмутаций 41
Некоторые космические аспекты эволюции химических элементов 44
Некоторые возможные преобразования изотопов в центре / ядре Земли 49
Отступление 2. Возможная природа гравитационного поля 50
Возможная связь с изотопией 57
Возможная эпизодическая связь с виртуальными частицами и процессами 60
Возможная «недоучтенная» роль широко распространенных фазовых переходов вещества 77
Кванты ЭМП (в классической электродинамике, и в КЭД) 80
Некоторые итоги раздела «Введение» 82
Возможная новая компонента генетического кода, современного УГК (кратко / упрощенно) 88
Отступление 3. Некоторые основы ПТМ-теории 90
Заключение 104
Модель квазикристаллического вакуума 106

Некоторые общие положения 106
Различные типы реальных и реально-виртуальных взаимодействий и симметрий в микро- и макромирах 108
Отступление 4. Возможные природные генераторы собственной массы 114
Отступление 5. Биоминерализация 119
Микро- и макромиры (продолжение). Чередование состояний элементарных частиц 125
Химические элементы. Дуализм и отсутствие стационарного состояния у элементарных частиц 129
Свойства векторных бозонов, других частиц на их основе и фрактал-подобные структуры микро- и макромиров 133
Уникальность углерода 137
Кристаллы минералов, квазикристаллы (био)(макро)молекул, биоминерализация и конфокальные текстуры жидких кристаллов 140
Структура генетического кода 149
Отступление 6. Биоминерализация в эпифизе 151
Еще раз про химические элементы 163
Кратко резюмируем некоторые основные положения теории квазикристаллических структур вакуума 164
Некоторые особые свойства воды 169
Две фазы воды 170
Кирлианограммы и информативные / шумовые сигналы в различных типах воды 171
Отступление 7. Устойчиво неравновесные состояния 174
Взаимодействие с электродами 176
Отступление 8. Кластеризация в атмосферных парах воды. 177
Светоиндуцируемое разделение зарядов и зона исключения (ЗИ) 179
Некоторые возможные квантовые свойства воды (конспективно) 183
Структурирование и кластеризация жидкой воды 185
Спектры излучения воды 186
Отступление 9. ГРВ-метод 188
Биоэлектрографическая картина и типы когерентности разных типов воды 192
Базовые свойства несепарабельности воды. Лиотропность 193
Отступление 10. Диссимметрия воды 194
Протонофильные и гидроксифильные кластеры (клатраты) воды 196
Минимальный перечень физических характеристик, свойств и ассоциированных с водой процессов 197
Вероятные информационные свойства воды 204
Приток энергии метаболизма (метаболическая накачка) 205
Резервуары «квазисвободных» электронов и источники биофотонов 206

Качество природной воды 208
Исследования структуры льда и льдоподобной структуры воды 209
Координационные числа молекул жидкой воды и молекул воды льда 210
Льдоподобные структуры воды 211
Некоторые фотон-опосредованные феномены 213
Электроны 213
Отступление 11. Хемилюминесценция 215
Электроны разных веществ 221
Типы электронных переходов, фотонных поглощений и атомные орбитали 221
Когерентные состояния (в частности, спин-опосредованные) связаны с различными элементарными / квазиэлементарными частицами 227
Спиновое эхо 230
Отступление 12. Различные квантовые среды 231
Фотонное эхо 235
Преобразования фотонных множеств и атомно-молекулярные структуры 236
Отступление 13. Гигантские космологические объекты против абсолютной изотропности Вселенной 238
Фотобиологизм процессов (правила, запреты и редкие отклонения от них) 241
Перенос энергии квантов частицами и квазичастицами 247
Редокс-факторы клетки (перенос энергии и сигналинг) 248
Разработки 60-х годов XX века (на основе монографии «Сверхслабые свечения при биохимических реакциях», Владимиров Ю.А. [92]) 249
Квантовая динамика окислительно-восстановительных реакций (на основе одноименной работы, авт. Еремин В.В. [94]) 259
Химическое свечение (на основе одноименной работы, авт. Васильев Р.Ф. [95]) 264
Биофотоника 276
Предисловие 276
Специфические источники энергии 278
Перенос флуоресцентно-резонансной энергии 279
Диагностика с помощью фото- и соно-динамических сенсибилизаторов 281
Возможные и реальные специфические моменты динамики излучения и поглощения биофотонов (когерентных / некогерентных) 282
Биофотоника спонтанно-самоорганизующихся окислительно-восстановительных процессов в жидких средах (на основе одноименной работы В.Л. Воейкова [59]) 292
Распространенность и регистрация сверхслабой (спонтанной) эмиссии фотонов у биологических объектов 302
Растения 303
Млекопитающие 304

Эмиссия биофотонов в клетках млекопитающих (in vitro), индуцированная УФ-излучением лазера 312
Задержка люминесценции при биофотонной эмиссии у растений 315
Система защиты от патогенов у растений, ассоциированная с эмиссией биофотов ..319
Приложения-глоссарии 327
Приложение-глоссарий 1. Некоторые свойства АФК (ROS) 327
Антиокислительная система (АОС) 328
Главные ферменты окислительно-восстановительных реакций 331
Миелоперксидаза 331
Ксантиноксидоредуктаза 332
Супероксиддисмутаза 333
Белки образования / ликвидации ковалентных связей 333
Протеинкиназы 333
Фосфатазы 334
Фосфолипазы 335
Редокс-потенциал белков 335
Механизмы регуляции активности белков редокс-молекулами 336
Другие факторы окислительно-восстановительных процессов 339
Факторы транскрипции 339
Ионные каналы, ...340
Окислительно-восстановительный стресс 343
Приложение-глоссарий 2. 345
Окислительно-восстановительные реакции в клеточных in-vivo / in-vitro системах .345
Химические реакции 345
Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) 347
Окисление белков 349
S-нитрозилирование белков 350
S-глутатиолирование белков 351
Окисление нуклеиновых кислот 352
Трансмембранный транспорт электронов и редокс-молекул 352
Регуляция редокс-гомеостаза в тканях и клетках 355
Эффективность восстановительного потенциала 356
Роль редокс-процессов во внутриклеточной сигнализации 357
В заключение (Приложений-глоссариев 1, 2) 357
Приложение-глоссарий 3. 360
Свойства некоторых элементарных и квазиэлементарных частиц 360
Квазиэлементарные частицы, ...360

Фононы 363
Магноны 363
Экситон 364
Электроны проводимости и дырки 365
Поляроны 365
Элементарные частицы 366
Фермионы 369
Бозоны 370
Кварки 371
Глюоны 377
Адроны 380
Гравитоны 387
Отступление 14. Гравитационные волны и поле 388
Аромат 390
Цветность 391
Странные частицы 392
Очарованные частицы 393
Квантовые состояния и некоторые параметры 395
Квантовая запутанность (нелокальность) 395
Чётность 398
Заключение 399
Сокращения 400
Список литературы 402

Введение

Гипотетический механизм вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции

Ранее были представлены обоснования гипотезы (гипотетической концепции), согласно которой, по крайней мере в эукариотической клетке, возможны такие преобразования небольшого фрагмента белка (не исключено, это касается и иных / / подобных / модифицированных структур), − эпитопа в ~5-10 амнокислот (АК), − в результате которых формируются инвариантный (уникальный) и / или повтор-подобные вариабельные (прежде всего, мини / микросателлит-подобные) варианты олигонуклеотидных последовательностей [1-5, 9, 99, др.]. При этом, возможно, образуются нуклеиновокислотные аналоги (нуклеиновые эквиваленты, НЭ) отдельного белкового эпитопа, − единичные (в ~15-30 нуклеотидов) или кратные таковому [в ~$(15\text{-}30)_n$-нуклеотидов] его олигонуклеотидные нуклеиновые эквиваленты (олиго-НЭ). Это касается, в большей степени, собственных нативных и, в меньшей, модифицированных собственных и чужеродных версий белков / антигенов (АГ) конкретных клеток (соматических, герминативных, стволовых; иммуногенных: антигенпрезентирующих, АПК; Т- / В-клеток, синтезирующих антигенспецифические рецепторы; др.) {см. [1 - 7, 99] и другие работы сайта (www.amdeich-var-reverse-translation.ru)}.

Гипотетическая супрамолекулярная «ретранслосома»

Данный вариабельный процесс «аминонуклеиновой ретрансляции» (*зд*., − с «языка АК» на «язык нуклеотидов»), предположительно, протекает в гипотетической самоорганизующейся супрамолекулярной структуре, обозначаемой как «ретранслосома», – частице с наномолекулярными включениями в 7-10 нм (к которым относятся: олиго-НЭ; тРНК / Аа-тРНК с антикодоновым / аминоакцепторным стеблями; и др.) [1, 2, 13, 16, 18, 99]. Эта частица, предполагается, расположена на внутренней мембране митохондрий (Мт / мт), трудно проницаемой даже для малых ионов. Известно, что самоорганизующиеся супрамолекулярные системы с в.н. наноструктурными элементами проявляют специфические свойства и характеризуются как способные к предварительному избирательному распознаванию пространственно-геометрической конфигурации, а также катализу, переносу и молекулярному переключению (в клетке, ее компартментах) [31, 6,

7]. Длина рабочего участка транслируемой в мт-рибосоме части мРНК, как и, предположительно, самих синтезируемых в «ретранслосоме» олиго-НЭ, составляет величину порядка 3-х десятков нуклеотидов [1-7].

Ассоциированные с внутренней мембраной органеллы белки / ферменты «ретранслосомы» могут обладать различными активностями (полимеразной, лигазной, ограниченно-обратнотранскриптазной, эндо- / экзонуклеазной, протеазной / пептидазной, др.), связанными с репликативным, транскрипционным, трансляционным и аппаратом редактирования-РНК (эдитосомой) митохондрий / ядра (и др.), − и функционируют, не исключено, сопряженно или внутри фракций мембран-связанных мт-рибосом (подробности см. в [2]).

Митохондрии

В пространстве субкомпартмента, ограниченном внутренней мембраной (матриксе митохондрий), находятся ферментные системы окисления пирувата, жирных кислот, а также ферменты цикла трикарбоновых кислот (цикла Кребса). Также здесь присутствуют митохондриальная ДНК, РНК и собственный белоксинтезирующий аппарат митохондрии, – т.е. матрикс частично образован за счет синтетической активности белков митохондриальной ДНК. Кроме того, в этом пространстве, и по сравнению с гиалоплазмой, сохраняется высокий уровень ионов Ca^{2+}. Матрикс имеет более высокую электронную плотность, чем внешний субкомпартмент.

Внутренняя мембрана, в основном, состоит из белковых комплексов (соотношение белок / липид ~3:1, – что почти обратно таковому для наружней мембраны). Она образует многочисленные гребневидные складки, – кристы, существенно увеличивающие площадь её поверхности (в клетках печени, например, ее доля составляет ~1/3 всех клеточных мембран). Кардиолипин (фосфолипид) этой мембраны содержит жирные кислоты, делающие ее практически непроницаемой для протонов. Мембрана имеет высокое общее содержание белков (до 70% по весу). Это транспортные белки, ферменты дыхательной цепи, а также крупные АТФ-синтетазные комплексы. В отличие от наружней, внутренняя мембрана не имеет специальных отверстий для транспорта мелких молекул / ионов. Но на стороне обращенной к матриксу располагаются пересекаемые потоком протонов специальные АТФ-синтазы (состоящие из головки, ножки и основания). Это обеспечивает

энергетическую поддержку синтезу АТФ. В основании комплексов, по всей толщине мембраны, располагаются компоненты дыхательной цепи [78].

С другой стороны, наружная мт-мембрана (наружний субкомпартмент) богата гидрофильными белковыми каналами, проницаемыми для низкомолекулярных веществ, а расположенные здесь специфические рецепторные комплексы способствуют транспорту белков из матрикса в межмитохондриальное пространство, формируемое за счет проникновения белковых комплексов гиалоплазмы. Наружная мембрана митохондрии может взаимодействовать с мембраной эндоплазматического ретикулума (важно, по крайней мере, для транспортировки липидов и ионов кальция). Каналообразующий белок порин формирует отверстия диаметром 2-3 нм, через которые могут проникать ионы и небольшие молекулы, до 5 кДа. Перенос крупных молекул осуществляется с участием транспортных митохондриальных белков. По своему химическому составу и свойствам наружняя мембрана близка к другим внутриклеточным мембранам и плазмолемме. Она, в отличие от внутренней мембраны, не образует впячиваний, складок и замкнута сама на себя; на ее долю приходится ~7% площади поверхности всех мембран клеточных органелл. В этой мембране содержатся ферменты (прежде всего монооксигеназа, ацетил-СоА-синтетаза и фосфолипаза А2), метаболизирующие жиры, катализирующие превращения аминов (аминооксидаза, например, отщепляет аминогруппу). Соотношение липидов к белкам здесь составляет ~2:1. Сохранность активности ферментов наружной мембраны служит показателем функциональной целостности митохондрий. До наружной мт-мембраны (толщина которой составляет ~7 нм) белки поступают в частично развёрнутом виде вместе с шаперонами (например, hsp70). После переноса через обе мт-мембраны белки повторно связываются, но уже с митохондриальными шаперонами, которые подхватывают, втягивают и контролируют фолдинг белков в органелле. Шапероны обладают АТФазной активностью, поэтому транспорт и образование функционально активных форм белков являются энергозависимыми процессами. По местам контакта наружней и внутренней мембран располагается специальный белок-рецептор, способствующий транспорту митохондриальных белков в матрикс митохондрии из ядра. В относительно хорошо проницаемом со стороны наружней мембраны межмембранном пространстве (толщиной в 10-20 нм = 100-200 Å) концентрация небольших молекул и ионов почти такая же, как и в цитоплазме. Крупные же белки из цитоплазмы транспортируются сюда за счет специфических сигнальных пептидов (т.е. белковые

компоненты периплазматического пространства и цитоплазмы различны). В то же время, здесь можно обнаружить и белки внутренней мембраны (например, цитохром-С) [77, 78].

Вариабельная Поэпитопная Обратная Трансляция (продолжение)

Сам процесс в.н. «ретрансляции отдельного эпитопа» ранее назван «вариабельная Поэпитопная Обратная Трансляция» (вПОТ-механизм; описано несколько его вариантов [1, 2, 6, 7]). Этот процесс отражает момент реализации явления т.н. «РНК / белковой симметрии» [2], несколько иначе описанного и частично показанного экспериментально в 2001 году М.Нашимото для т.н. эпохи РНК-Мира [35]. Матрицей (псевдо-матрицей) для синтеза олиго-НЭ, по-видимому, являются сближенные антикодоновые участки (сами антикодоны, и, возможно, прилегающие 1-3 нуклеотида) в наборах не менее 3-х стыкующихся конец-в-конец и образующих спиральную мини-матрицу тРНК / Аа-тРНК (для полимеразной реакции), ассоциированных при вПОТ с в.н. эпитопом в ~7 (5-10) АК (подробности см. в [1-5; др.]). При этом основания нуклеотидов выпуклого антикодона, среди которых встречаются и нестандартные, известно, вывернуты наружу, и каждое узнается 5-6 аминокислотами Аа-тРНК-синтетазы. Аминоакцепторные ССА-концы тРНК митохондрий образуются посттранскрипционно, подвержены динамическим преобразованиям, их длина варьирует, но их защита от экзонуклеаз много менее эффективна по сравнению с таковой для многократно преобладающих канонических ССА-ножек. Выше перечисленные и другие особенности предлагаемой модели могут способствовать образованию более одного варианта олиго-НЭ эпитопа в ~15-30 нуклеотидов. Эта длина соответствует минимально редактируемым участкам фрагментов транскриптов, – т.н. кассетам в 14-29 нуклеотидов, – а также минимальному размеру малых рибозимов (в 16-34 нуклеотида), информационной части «гид»-РНК трипаносом, ДНК-фрагментам в костях / зубах ископаемых экспонатов и ПЦР-праймерам (и др.). Среди в.н. олиго-НЭ, и в соответствии с различными вариантами вПОТ-механизма, могут быть как сенс-, так и антисенс варианты. Кроме того, олиго-НЭ, или даже просто сближенные антикодоновые участки Аа-тРНК, не исключено, могут выполнять роль своеобразной праймерной затравки при полимеразной реакции (репликации мтДНК). Поэтому такой механизм формирования олиго-НЭ можно условно назвать вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляцией (вПОТ) индивидуального эпитопа [2].

В случае синтеза белка длина спиральной мРНК-матрицы в области кодон-антикодонового дуплекса (мРНК–тРНК) не превышает 6-9 нуклеотидов. Это соответствует двум-трем расположенным конец-в-конец (Аа)-тРНК. А в случае гипотетической «ретранслосомы» протяженность такого мРНК–тРНК-континуума не известна. Механизм удержания тРНК / Аа-тРНК, возможно ориентированных эпитопом, в клеточных органеллах (на мембранах митохондрий, хлоропластов / тилакоидов) известен только частично [36]. Независимо от пути образования олиго-НЭ (на сближенных антикодонах как на матрице, или их «примитивным» сплайсингом; см. [2]) полимеризация каждых одного-трех соседних нуклеотидов в единый олиго-НЭ, возможно, идет с паузированием (характерным для некоторых РНК-полимераз). При синтезе белка нарушение кодон / антикодонового взаимодействия в А-сайте рибосомы различными малыми лигандами (лекарствами, антибиотиками, пептидами, РНК-аптамерами, др.) может вести к смещению минорной бороздки на 2-3 Å и неправильному считыванию. Аналогичные помехи возможны и при синтезе олиго-НЭ в результате действия вПОТ-механизма (подробности см. в [2]).

Эпитоп локализуется, «застревая» на внутренней мт-мембране, которая меняет конфигурацию своей поверхности при дыхании. В связи с этим происходят изменения или торможение / блокировка в значительной степени взаимообусловленных протон-электронного переносов, синтеза АТФ / ГТФ и важных предшественников биохимических и метаболических процессов (углеводов, липидов, аминокислот, др.), – в конечном счете, круциально необходимых для нормального функционирования клетки групп экспрессируемых белков (клеточного цикла, воспроизводства энергии, репарации и т.д.). Одновременно причиной и следствием в.н. примембранных событий могут быть сочетания изменений: а) в уровне свободных радикалов, ионов, pH, слабого / сверхслабого излучения; б) в составе мембранных глико-липо-(нуклео)-протеидных компонент, лекарственных препаратов, других физических, химических и биологических факторов (связанных с процессами репликации, репарации, транскрипции, трансляции; пролиферации, апоптоза, и т.д.).

Выбор наиболее вероятного «места действия» в.н. вПОТ-механизма в мембранах, прежде всего внутренних, клеточных органелл (митохондрий; и хлоропластов / тилакоидов, см. далее) облигатно связан с процессом возникновения эукариотической клетки (теорией симбиогенеза) и целого ряда внутриклеточных / внутригеномных процессов. Он ассоциирован с перечнем причин, обоснованных в ранее предложенных

работах (см. ниже). Среди этих процессов / причин: а) обеспечение: различного мутационного давления, во-первых, в геномах ядра / митохондрий, и, во-вторых, у различных биологических видов; нуклеотидного, т.е. АТ / ГЦ и пурин / пиримидинового равновесия, а также предпочтительности и неравномерности их распределения по кодирующим / некодирующим участкам, хромосомам и нитям ДНК геномов [79, 80]; б) формирование: генетического кода; вариабельных вариантов олигонуклеотидных последовательностей, потенциально ответственных за стабильность / изменчивость и регуляцию экспрессии генов / генома; в) и т.д. [1 - 22, 34, 40, 202].

Ранее показано, что мембраны в.н. органелл (сотни / тысячи митохондрий и хлоропластов на клетку; см. ниже) содержат неотделимые даже в жестких условиях лизиса (Тритоном Х-100) мембрано-связанные фракции тРНК [36]. В процессе гипотетического мембран-ассоциированного вПОТ-механизма формирование различных вариантов олиго-НЭ может зависеть от модификации мембраны высокомолекулярными (белками, др.) и низкомолекулярными компонентами: ионами металлов; свободными радикалами, включая активные формы кислорода {АФК = ROS, reactive oxygen species, – ферментативно образованные первичные / регуляторно-сигнальные; и вторичные / / повреждающие, − полученные в результате взаимодействия первичных АФК друг с другом или с другими молекулами, лекарственными препаратами, др.; могут вызывать различные заболевания} и т.д.. (см. Приложение-глоссарий 1, 2 и свойства АФК / ROS [47]).

Вариабельность олиго-НЭ позволяла бы клетке использовать гипотетический вПОТ-механизм, в частности, в качестве механизма поддержания / переключения экспрессии генов / генома, механизма генетического поиска (перебора вариантов) при формировании антиген-специфических участков в антителах, рецепторах Т / В-клеток (опущенный иммунологический аспект, см., например, в [2, 1]), редактированиии РНК, создании полиморфизмов, и т.д. (ниже приведен возможный вПОТ-зависимый вариант связи генетического поиска в сочетании с квантовым поиском / селекцией). А также при различных нормальных и патологических процессах, – в рамках соответствующих, генетически / эпигенетически обусловленных программ конкретных видов клеток (соматических, половых, стволовых, иммунокомпетентных, др.) [2, 12, 99]. Одновременно, это может быть связано, в частности, с существованием гипотетического процесса передачи генетического материала от клеток сомы к герминативным клеткам (согласно предложенной, но не завершенной теории «пангенезиса» Ч.Дарвина) [40].

Возможная особая роль воспроизводства олиго-НЭ вПОТ-механизмом в инициации, поддержании и прогрессии опухолевого роста, ассоциированная с появлением, мультипликацией и природой движущей силы процессов, направляемых «малыми» повторяющимися последовательностями, преобразующимися в более длинные / сложносоставные, обеспечивающими т.н «генетический метаболизм» и взаимопревращаемость некодирующих и кодирующих участков генома, различных типов мутаций отдельных нуклеотидов и пластических преобразований крупных фрагментов генов / генома, явления хромотрипсис (и т.д.), отражена в ранее опубликованной монографии «Повторы, нестабильность генома и онкогенез. Возможный биосинтез олигонуклеотидов вне генома» [202], написанной после монографии (двух ее вариантов), посвященной повторяющимся последовательностям почти «в чистом виде» [6, 7].

Полный перечень работ, посвященных данной тематике

а) множеству путей регуляции экспрессии генов / генома и состава различных участков генов (белков, рРНК / тРНК, коротких РНК, др.);

б) формированию: структуры генома {включая активные или праймер-активные его полиморфные сайты, – ориджны репликации, инициации транскрипции, «горячие точки», репарации одно- / двунитевых разрывов, сплайсинга, генного / геномного сайленсинга, редактирования РНК / ДНК, повторяющихся последовательностей (вблизи генов, подвижных элементов), эволюционно значимые, др.};

в) формированию: «нуклеосомного / гистонового кодов», «метилома» [6, 7, 19, 21];

г) детализации различных аспектов предложенной тематики ([1-22, 99, 202]; др.);

− можно найти в свободном доступе на сайте {(www.amdeich-var-reverse-translation.ru); ознакомление с представленными на сайте работами желательно}.

Структурирование данной работы

Произведенное автором, не являющимся физиком / биофизиком, в значительной степени определяется таковым для анализируемых и частично цитируемых здесь фрагментов статей с экспериментальным и обзорно-теоретическим материалом (часто, – на основе формально-логического подхода, и с ожиданием большего прояснения ситуации в дальнейшем). А различные варианты обоснований некоторых положений в каждой из

обсуждаемых областей сделаны исходя из возможного последующего участия в работе специалистов самых различных направлений биомедицины: (био)химиков, (био)физиков, молекулярных, – (биологов / генетиков / иммунологов), биоинформатиков, клеточных биологов, эволюционистов и т.д. Приведенные в работе и приложениях / (глоссариях) большой, по сути справочный и местами довольно противоречиво / эклектично изложенный материал {своеобразный «ликбез» для некоторых специалистов биологов / медиков, лимитируемый, однако, точностью предоставляемых, в частности Википедией, данных; читать по мере ознакомления с соответствующими тематиками} (1), некоторые взгляды и точки зрения цитируемых авторов (2), – необходимы, во-первых, для общего представления о структуре и перечне тематик / областей, связанных с данной проблемой; {внесенные в пункт (1) смыслы будут уточняться при последующих работах}. Во-вторых, – для поддержания понимания (начиная с чисто качественного уровня) и установления максимально обоснованной и надежной методологической связи между уже установленными законами и множеством нарождающихся и часто разнонаправленных тенденций их современной интерпретации в различных областях науки (*зд*. прежде всего физической, биофизической, др.) данного междисциплинарного направления. К последним относятся физика / биофизика, физико-химия, (био)химия, молекулярные биология / генетика / иммунология (и т.д.), – при проявлении живыми организмами / объектами их биологических свойств, имеющих, в свою очередь, собственные неповторимые и специфичные черты и закономерности своего развития. В любом случае, перечень предлагаемых в работе направлений исследований, понятий, феноменов (теорий / концепций) в заявленных целевых и нарождающихся смежных с ними областях развивающихся наук, скорее всего, включает те искомые, с которыми неизбежно придется столкнуться и которые необходимы для продвижения, по крайне мере в первом приближении, поставленных / обсуждаемых здесь вопросов. К одним из наиболее важных среди них (но не единственно важным) относится, в частности, вопрос / процесс появления, становления и возможного динамического развития генетического кода в его закономерных и случайных проявлениях не только с физико-химической, но и специфически-фундаменальной / чисто-физической точки зрения; (второй такой вопрос, – формирование и регуляция экспрессии генов / геномов). Комментарии и некоторые методологические выводы автора (выводы касаются, как правило, только собственной гипотезы) располагаются в двойных фигурных скобках {{*Коммент. авт*. (выводы): ….}},

а дополнительные обоснования, – под рубрикой «*Отступление № 1-14*». Список наиболее часто используемых сокращений (см. в конце работы).

Хлоропласты и современный универсальный генетический код (УГК)

Аналогичные процессы (вПОТ-механизм; формирование в.н. вариантов олиго-НЭ в «ретранслосоме»; др.), предположительно, происходят не только в митохондриях эукариот, но и, по крайней мере, на одноименных (внутренних, почти-жидкокристаллических) мембранах фотосинтетически активных хлорофилл-содержащих хлоропластов (Хп, хп), сопряженных с третьей мембраной органеллы – тилакоидов. Они также, считается, имеют симбиотическое происхождение (прежположительно из ранних цианобактерий), размножаются простым бинарным делением, с образованием двух одинаковых молекул ДНК, прикрепленных к цитоплазматической мембране, и содержат внутрипластидные или стебельчатые пиреноиды (центры синтеза полисахаридов, соответственно, в Хп или в Хп / цитоплазме). Однако эндосимбиоз в отдельных группах организмов мог быть более сложным и ассоциированным не только с прокариотами, но и с эукариотическими клетками, уже имеющими хлоропласты. Это могло привести к появлению Хп с числом мебран, включая промежуточную, бóльшим чем две (например, у водорослей имеется четыре хп-мембраны). Вблизи основания жгутика хлоропластов водорослей располагаются т.н. стигмы, содержащие каротиноиды, способные работать в режиме фоторецепторов [81].

Под двойной мембраной Хп (пластид фотосинтезирующих эукариот) имеются тилакоиды, – мембранные образования, похожие на мембраны прокариот, в которых находится электронтранспортная цепь хлоропластов. Тилакоиды высших растений группируются в граны (стопки сплюснутых и тесно прижатых друг к другу дискообразных тилакоидов), соединяемые т.н. ламеллами. В пространстве между оболочкой хлоропласта и тилакоидами (в строме Хп) содержатся молекулы хп-РНК, кольцевые хп-ДНК, хп-рибосомы (70S), крахмальные зёрна, а также ферменты восстановительного пентозофосфатного цикла Кальвина. Последний является основным путем фиксации CO_2 и образования из углекислоты молекулы гексозы у высших фотосинтезирующих организмов. Уникальными ферментами, не участвующими в других метаболических путях, здесь являются рибулозодифосфаткарбоксилаза и фосфорибулокиназа [81]. Созревание тилакоидов, формирование их мембраны тесно

связано с компонентами (белками, липидами, пигментами, др.), поступающими или контролируемыми различными клеточными компартментами [2].

В Хп доля уникальных (инвариантных / стандартных) версий вПОТ-воспроизводимых или кодируемых хп-геномом олиго-НЭ, предположительно, может быть выше таковой для Мт, т.к.: (i) число кодонов и сам генетический код хлоропластов (*зд*.) существенно ближе к универсальному генетическому коду (современному УГК), чем к таковому в Мт; (ii) число видов (30-33) и количество генов (37) тРНК, т.е. разнообразие тРНК здесь, практически такое же, как и в цитоплазме; (iii) степень (или кажущаяся степень) редактирования хп-РНК много ниже таковой, кодируемой митохондриями / ядром; (iv) в Хп существенно больше уникальных генов (до трети от общего их числа в органелле), не имеющих, в отличие от Мт, своих ядерных двойников; и т.д. В то же время в Мт обнаружено не более чем почти строго по одной тРНК на каждую аминокислоту (АК): у животных (2-23), грибов (7-26) и растений (22-27) генов тРНК (подробности / ссылки см. в [2]; [38]). {В случае прокариот, включая фотосинтезирущих, сходный по смыслу с вПОТ процесс, вероятно, ассоциирован с цитоплазматической мембраной (в разработке) [1-7, 10, 22]}.

Однако воспроизводство гипотетическим вПОТ-механизмом наборов олиго-НЭ в Хп фотосинтезирующих организмов может быть связано и с другими целями:

а) наработкой фрагментированного генетического материала (наборов олиго-НЭ), – прежде всего для организмов нефотосинтезирующей части биосферы, распространяемого далее в вектор-подобных нуклеиновых последовательностях (ВНП-векторах) и экзосома-подобных частицах, – с участием механизмов ВНП-передачи или генетической челночной обратной связи (т.н. ГЧОС-системы; см. ниже). Это соответствует тому наблюдению, что эволюционное движение генетической информации происходит в направлении от хлоропластов к митохондриям и ядру, но не наоборот. Причины этого не известны [213] (хотя, это может быть связано со специфическим функционированием здесь вПОТ-механизма, ориентированного, одновременно, на в.н. механизм ВНП-передачи и ГЧОС-систему);

б) формированием геномного и генетического разнообразия (см. ниже) и самого универсального генетического кода (современного УГК), – за счет постоянного поддержания аминонуклеинового соответствия между каждой аминокислотой и одним / более ее кодонами. В этот процесс, однако, не исключено, могут вмешиваться и неканонические аминокислоты (такие как селеноцистеин, селенометионин, пирролизин),

воспроизводимые в путях биосинтеза стандартных АК и использующих стоп-кодон-(stop)-опосредуемое кодирование.

Более того, если существовал «до-триплетный» код (например, дуплетный [23, 24]), с помощью вПОТ-механизма он также мог быть переписан в триплетный (тогда «работает» т.н. функция «ретрансляции с кода на код»). При фотосинтезе в свет-абсорбирующих органеллах одно- / многоклеточных эукариотических фотосинтезирующих на внутренних мембранах хлоропластов, тесно связанных с антенным комплексом тилакоидов, происходит захват фотонов, – компонент общего энерголучевого потока (ЭЛП), – глико-липо-(нуклео)-протеидными мембранными составляющими (описанный процесс, но в связи с другими структурами, возможен и для фотосинтезирующих прокариот / бактерий; в разработке) [17].

Заметим, что в хлоропластах (длиной 4-6 мкм) и митохондриях (длиной 0,5-3 мкм) часть процессов противоположно направлены (упрощенно). Например, в Мт глюкоза (и жиры) в присутствии кислорода метаболизирует до воды и диоксида углерода (также регистрируется люминесценция). Удаление избытка токсичного для клетки кислорода здесь, как и обеспечение клетки энергией, впоследствии, в условиях не только анаэробного, но и аэробного дыхания, стали необходимыми процессами. А в Хп, наоборот, из H_2O и CO_2 (и в условиях освещения, *hν*-квантами) образуются углеводы. При этом: а) энергия видимого солнечного света (представлен сплошным спектром частот в диапазоне ~4-8•10^{14} Гц [113]) используется на метаболизм / дыхание, а также запасается в виде потенциальной энергии образующихся веществ / биомассы (фитомассы); б) выделяется кислород. Интенсивность фотосинтеза зависит как от интенсивности света, так и его спектрального состава. Только не более ~3% энергии солнечного света, достигшего поверхности Земли, фиксируются далее растениями для последующего фотосинтеза, в то время как остальная энергия расходуется на формирование климата. Так, например, и в зависимости от географической широты морской зоны, градиент температур между поверхностными и глубинными слоями морской воды может достигать 25-30 °С. В целом, мировой океан играет роль регулятора содержания углекислого газа в атмосфере, где его в ~50 раз меньше, чем в океане. А фотосинтезирующие организмы, поглощая солнечную энергию, участвуют в планетарном круговороте углерода [82, 83].

Хлоропласты, тилакоиды и преобразование энергии и сигналов

Процесс преобразования энергии начинается с возбуждения хромофора молекулы хлорофилла квантом света (фотоном) с последующим переходом электрона на более высокий энергетический уровень. Возврат возбужденной / нестабильной молекулы хлорофилла к исходному состоянию возможен в результате превращений ее избыточной энергии: 1) в тепло (молекулярное движение) и свет с бо̀льшей длиной волны (при т.н. дезактивирующей флуоресценции, в растворе); 2) в энергию резонансной волны возбуждения экситона (не электрона), возникающей между соседними молекулами хлорофилла; 3) в процессе передачи высокоэнергетического электрона ближайшей молекуле-акцептору, – и при последующем возвращении к первоначальному состоянию за счет принятия низкоэнергетического электрона от молекулы-донора.

Эти ключевые механизмы фотосинтеза с использованием фотосистем содержат два тесно связанных компонента:

а) фотохимический реакционный центр (ФРЦ), – трансмембранный белково-пигментный комплекс («сердце» фотосинтеза), удерживающий «специальную пару» молекул хлорофилла в определенном положении относительно других переносчиков электронов. При этом в.н. пара является «ловушкой» реакционно-способных электронов (т.е. энергии возбуждения) в цепи непосредственно прилегающих к хлорофиллу акцепторов. ФРЦ способен катализировать процесс передачи высокоэнергетического электрона с участием пары слабый-донор / слабый-акцептор электронов (в качестве субстратов) и пары сильный-акцептор / сильный-донор электронов (в качестве продуктов реакции). Тогда электрон переходит от хлорофилла к близлежащим молекулам, в которых он будет находиться в более стабильном / доступном состоянии, – для последующих и требующих времени фотохимических реакций. В результате таких реакций низкоэнергетический электрон в составе слабого донора электронов (*зд*. сначала воды: у растений при фотосинтезе выделяется кислород; и, затем, цитохромов) может стать высокоэнергетическим в составе сильного донора (*зд*., например, хинона). Восстановительной способности получившего электроны хинона оказывается достаточно для перемещения протонов. А энергия возбуждения светом, которая в обычных условиях рассеялась бы в виде тепла и / или флуоресценции, используется фотосистемой для повышения энергии электрона и образования сильного донора электронов. В.н. трансмембранные белково-пигментные комплексы могли появиться более 3 миллиардов лет назад (у примитивных фотосинтезирующих бактерий);

б) и антенный комплекс, улавливающий свет. В этом комплексе собираются несколько сотен (большая часть) молекул хлорофилла, связанных и прочно удерживаемых белками в тилакоидной мембране, – а также дополнительные пигменты-каротиноиды, улавливающие свет различных длин волн у разных видов растений. Каждый антенный комплекс представляет собой «воронку», где энергия возбуждения молекулы хлорофилла собирается и направляется путем резонансного переноса от одной молекулы хлорофилла к другой, – в том числе идентичной, в специальных наиболее эффективных участках ее использования (в ФРЦ). Положительно заряженные «дырки» хлорофиллов обладают высоким сродством к электронам, захватываемым от ближайших цитохромов (слабых доноров электронов). Средний промежуток времени между поглощением возбуждающего кванта и необратимой передачей возбуждения в ФРЦ составляет только 10^{-10}-10^{-9} секунды, – что соответствует лишь небольшой доле потери энергии [82, 83].

Обе органеллы (как и гемоглобин эритроцитов) имеют гемопротеид-подобные порфирин-(тетрапиррол)-основанные светочувствительные структуры, содержащие систему сопряженных двойных связей. Они способны: 1) абсорбировать и переносить солнечную-энергию (свет) хлорофиллом, – Mg-содержащим зеленым пигментом растений хлоропластов / тилакоидов (и совместно с целой группой белков-ферментов), – для последующего фотосинтеза и синтеза органических веществ из углекислоты воздуха; 2) высвечивать кванты (с участием Fe-содержащих цитохромов митохондрий). Из хромопротеидов наиболее изучены гемоглобин, миоглобин, цитохромы и хлорофилл. Схожесть строения в.н. структур служит химическим свидетельством и указывает на вероятную общность эволюционного развития растительных и животных организмов (*зд.* эукариотических), связанную с неким общим прототипом (исходно основанных, вероятно, на соответствующих структурах воды; см. ниже).

Современные улавливание и преобразование энергии солнечных лучей в биологически полезную форму не могли развиться до появления пигмент-содержащих белковых соединений типа хлорофиллов и цитохромов. Последние способны, соответственно, поглощать солнечное излучение с одновременным повышением энергетического уровня каждого из электронов, – и, далее, «перегонять» их между многочисленными участниками электрон-переносящей цепи цитохромов с последующим, небольшими скачками, снижением их энергии. {{*Коммент. авт.* (выводы): это, вероятно, не противоречит возможности одновременного испускания в процессе метаболизма клетками каждого биологического вида специфических наборов фотонов (т.е. с ниже

представленными гипотетическими «фотонным фейерверком» или «скрытым фотонным фейерверком»), определяемых эволюционно сложившимися особенностями формирования их электрон-переносящих путей}}. Здесь перечислена лишь малая часть большого списка основанных на общих структурах противоположно направленных процессов, – в частности, в отношении митохондрий и хлоропластов (Мт и Хп). Однако, перманетное формирование генетического кода (*зд*. УГК) происходит, по-видимому и в основном, все-таки в специфически приспособленных для этого фотосинтезирующих органеллах (Хп), – и поэтому абсорбирование света (*зд*. в Хп) в некотором смысле первично, – а люминесценция (в Мт) вторична [82, 83]. В некоторых системах, и в порядке исключения, возможно и обратное (см. далее «систему генетической челночной обратной связи», т.н. «ГЧОС-систему»).

Некоторые другие особенности строения митохондрий

С другой стороны, относительно автономные митохондрии, – и с учетом того, что большая часть мт-белков, в том числе пути окислительного фосфорилирования, кодируется ядром, как внутри одного, так и, особенно, у разных биологических видов, – имеют множество варьирующих в широком ряду параметров, зависимых от содержания кислорода, гормональных и многих других факторов.

К этим варьирущим мт-параметрам относятся, в частности:

а) форма (обычно сферическая), размер (от 1 до 70 мкм) и общий объем всех Мт от такового клетки (до 20%), их крист, плотность матрикса;

б) соотношение свободных и мембраносвязанных мт-рибосом (сходных с таковыми у прокариот);

в) значительные подвижность и способность к перемещению в зоны наибольшего энергопотребления;

г) число на клетку (сильно зависит от потребности клетки в кислороде); число копий, в основном циклических, мтДНК в органелле;

д) объём и площадь поверхности внутренней мембраны;

е) ширина межмембранного мт-пространства (богатого H^+-ионами / протонами, выталкиваемыми далее наружу); в хлоропластах протоны накапливаются внутри тилакоидов;

ж) соотношение молодых протомитохондрий, зрелых митохондрий и старых постмитохондрий;

з) высокая мутабельность мтДНК (колебания которой могут достигать уровня, почти на порядок большего такового в ядре);

и) реальные и / или кажущиеся отклонения (например, вследствии редактирования РНК, не всегда одинакового у разных биологических видов) в кодировании мтДНК от такового для современного ядерного УГК-кода. А также способность антикодонов мт-тРНК с вобблирующим 3-м нуклеотидом узнавать не один, а сразу несколько (до 3-4) кодонов данной аминокислоты, вследствии чего количество необходимых для синтеза мт-белков тРНК оказывается резко сниженным до 20-22 тРНК; и др.

Кроме того, оказалось, что митохондрии способны организовываться в т.н. хондриомы, – совокупности всех таких органелл одной клетки, зависимые от типа клеток. Это могут быть: а) разрозненные многочисленные митохондрии, разбросанные почти равномерно по всей цитоплазме во многих недифференцированных клетках; б) или группы митохондрий в местах интенсивной траты АТФ, например, в базальных участках клеток извитых канальцев почки, в клетках анализаторов сетчатки. В этих случаях митохондрии функционируют поодиночке и их кооперативная работа, возможно, координируется определенными сигналами из цитоплазмы. Однако, существует и совершенно иной тип хондриома, образованный в сложную митохондриальную систему, сеть или митохондриальный ретикулум (*Reticulum mitochondriale*). Например, у одноклеточных зеленых водорослей (*зд*. у *Chlorella*) вместо мелких одиночных разрозненных митохондрий наблюдают одну гигантскую разветвленную митохондрию с равномерно (согласно хемоосмотической теории) распределенным на поверхности ее внутренней мембраны градиентом, эквипотенциальным в любой своей точке. Это позволяет: а) синтезу АТФ идти в любой точке поверхности внутренней мембраны разветвленной митохондрии; б) самой АТФ, – поступать в любую точку цитоплазмы, где в этом есть энергетическая необходимость. В этом случае сами разветвленные митохондрии могут представлять собой нечто вроде "электрических кабелей" [82, 83].

Митохондриальная ДНК реплицируется в интерфазе (фазах G1, S, G2), отчасти синхронизировано с ДНК-репликацией в ядре. В то же время, в отличие от ядерной ДНК, мтДНК постоянно готова к делению (т.к. здесь постоянно воспроизводится РНК-праймер для транскипции мтДНК, сдвоенной с ее репликацией, инициируемой синтезом 7S-РНК с участка 7S-ДНК в области Д-петли мтДНК). Новые митохондрии образуются путем

деления, перетяжкой (начинающейся с кольцевой бороздки на внутренней митохондриальной мембране) или почкованием (все имеют мтДНК). В последнем случае, больше касающемся специализированных (не делящихся) клеток, образуется мелкая протомитохондрия, происхождение которой не вполне ясно. Протомитохондрия обладает наружной и внутренней мембранами, высокой скоростью дыхания и невысоким дыхательным контролем. Возможно, она появляется из цитоплазматических затравок, ассоциированных с ДНК постмитохондрий. Она имеет слаборазвитые кристы, низкий уровень аэробного фосфорилирования, но ее размеры постепенно увеличиваются. Рибосомы митохондрий животных и грибов (55S) меньше одноименных ядерных (80S) и даже бактериальных (70S) аналогов. Хотя в митохондриях растений, наоборот, рибосомы более сходны с прокариотическими по размерам и строению. При оплодотворении митохондрии млекопитающих передаются почти исключительно через яйцеклетку [77, 78].

Хотя длина мтДНК человека составляет всего 16569 п.н. (что почти в 200 тысяч раз меньше длины ядерной ДНК клетки), тем не менее, и учитывая колебания числа копий мтДНК (до 10 копий на митохондрию) и общее число митохондрий на клетку (сотни / тысячи, – и до 100 тысяч в пролиферирующих / прогениторных клетках), а также скорость обновления митохондрий / мтДНК (раз в 3-4 суток) в клетке, то размеры такой динамической структуры, каковой является суммарная мтДНК, оказываются вполне сопоставимыми с протяженными (в десятки млн.п.н.) фрагментами целой клеточной ДНК. мтДНК человека кодирует 2 рРНК, 22 тРНК и 13 субъединиц ферментов дыхательной цепи. Под контролем митохондриального генома оказываются семь субъединиц АТФ-синтетазы, три субъединицы цитохромоксидазы и одна субъединица убихинол-цитохром-С-редуктазы. Все белки, кроме одного, две рибосомные и шесть транспортных РНК транскрибируются с более тяжёлой (наружней), а 14 других тРНК и один белок транскрибируются с более лёгкой (внутренней) нити ДНК. У растений геном мтДНК и число генов, в среднем, больше, соответсвенно, в ~20 раз и ~7 раз. Это сопровождается появлением здесь дополнительных путей транспорта электронов, не сопряжённых с синтезом АТФ [77, 78].

Одной из основных функций митохондрий является синтез АТФ (двумя путями), – универсальной формы химической энергии в любой живой клетке. (1) Анаэробный гликолиз в матриксе (при предварительном разрушении глюкозы до молочной кислоты и пирувата в гиалоплазме цитоплазмы, в серии из 10 отдельных ферментативных реакций)

дает выигрыш в 2 молекулы АТФ (субстратное фосфорилирование). (2) При аэробном / / (окислительном) фосфорилировании в кристах, – главном пути преобразования энергии в биологически полезные формы («хемиосмотического сопряжения», одинаковом не только в Мт / Хп, но и в клетках бактерий), когда органические вещества (глюкоза, др.) разрушаются до CO_2 и воды, а протоны и электроны переносятся на их акцепторы, – образуется 36 молекул АТФ. В этом случае, говорят, эксплуатируется мембранное фосфорилирование с использованием энергии трансмембранного электрохимического градиента. В процессе последовательного превращения химической энергии восстанавливающих эквивалентов НАДН в электрохимический протонный градиент ($\Delta\mu H^+$) по обе стороны внутренней мембраны митохондрии участвуют несколько компонент. Среди них следующие: 1) матрикс-связанные мт-ферменты цикла трикарбоновых кислот; 2) встроенные в кристы системы переноса электронов (включая цитохромы, способные переносить электроны на кислород); 3) опосредуемое АТФ-синтетазой мембранно-связанное фосфорилирование АДФ (запасание энергии в виде АТФ) [77, 78, 83]. Все это происходит во внутриклеточной / внутриорганелльной водной среде (см. раздел «Некоторые особые свойства воды»).

В матриксе идут процессы превращения поступивших из цитоплазмы в митохондрию пирувата (образуется при участии пируватдегидрогеназного комплекса) и жирных кислот. Последние получены при расщеплении нерастворимых триглицеридов (подвергаемых, далее, β-окислению) в ацетил-СоА, окисляемый затем в цикле Кребса с образованием одной молекулы ГТФ, $НАДН^+$ и двух молекул CO_2. В кристах осуществляются процессы переноса электронов с НАДН на кислород дыхательной цепи с образованием H_2O в три стадии, каждая из которых катализируется отдельным трансмембранным липопротеидным комплексом (I, III и IV), встроенным в мембрану кристы митохондрии.

Каждый в.н. комплекс:

а) осуществляет перенос электронов от донора к акцептору по градиенту редокс-потенциала через ряд последовательно функционирующих переносчиков, которыми являются мигрирующие в плоскости мембраны жирорастворимые молекулы убихинона (Коэнзима Q10, бензохинона с хиноидной и несколькими изопрениловыми группами) и небольшие водорастворимые белки-цитохромы-С (~13 кДа), ковалентно связанные с гемом;

б) содержит три компонента: фермент переноса электронов (большой олигомерный фермент), небелковые простетические группы и белки движения электронов.

Перенос электронов сопровождается векторным переносом протонов водорода-донора через мембрану крист митохондрий в направлении от матрикса к межмембранному пространству. АТФ образуется при действии мембран-активного АТФ-синтазного комплекса [77, 78].

Дыхательная цепь устроена сложно, и даже отдельный комплекс I (НАДН-убихинон-оксидоредуктаза) состоит не менее чем из 26 полипептидных цепей с ММ ~850 кДа. Комплекс содержит более 20 атомов железа, упакованных в ячейки из атомов серы, флавин (флавинмононуклеотид, ФМН – производное витамина рибофлавина) и катализирует окисление НАДН, – т.е. отщепление двух электронов, которые, в конце концов, попадают на молекулу-переносчик убихинон (Q). Последний способен восстанавливаться ступенчато, принимая по два электрона и протона, и превращаться в восстановленную форму, – убихинол (QH2). Разница в энергии между QH2 и НАДН временно запасается в виде электрохимического протонного градиента, возникающего в результате переноса электронов по простетическим группам комплекса I и последующих снижения энергетического потенциала электронов и трансмембранного переноса двух протонов из матрикса в межмембранное пространство митохондрии. Далее восстановленный убихинол, двигаясь в плоскости мембраны, сближается с комплексом III {bc1; димером субъединиц b и c1 из восьми полипептидных цепей, с атомами железа в серных ячейках и / или в комплексах со сложными азот-содержащими гетероциклическими молекулами гемов b(I), b(II) и c1 по углам металлосвязывающего квадрата} [78]. {{*Коммент. авт.* (выводы): однако, в.н. «застрявший» при функционировании вПОТ-механизма эпитоп, будь то «поврежденный / избыточный свой» или «чужой» эпитоп, может, с одной стороны, препятствовать в.н. ходу событий, – а с другой, наоборот, способствовать таким экспрессии генов / генома и выработке соответствующих олиго-НЭ, которые, компенсаторно, направлены на процессы метаболической, биохимической, молекулярно-генетической, – а в целом, локальной / системной нормализации квантово-динамического состояния биосистемы и ее частей; см. ниже}}.

С участием этого комплекса убихинол восстанавливается до убихинона за счет передачи электронов атому железа второго переносчика (цитохрома-С из межмембранного пространства). При этом от убихинола отщепляются два протона

водорода, которые двужутся в направлении межмембранного пространства и продолжают формировать электрохимический градиент. Дополнительно, в межмембранное пространство, и за счет энергии электронов, движущихся по простетическим группам комплекса III, переносятся ещё два протона водорода. Наконец, со стадией, катализируемой активным центром цитохром-С-оксидазы (комплекса IV, содержащего до 13 полипептидных цепей, два гема и несколько белок-ассоциированных атомов меди; ~200 кДа), связывают переход электронов от восстановленного цитохрома-С, через атомы железа и меди данного комплекса, – к кислороду (с образованием воды). Таким образом, суммарный процесс окисленияя НАДН кислородом, и с участием ферментов дыхательной цепи, заключается в ступенчатом переносе электронов между атомами металлов простетических групп белковых комплексов, выстроенных в порядке все более высокого сродства к электрону, – вплоть до конечного их наиболее сильного акцептора (кислорода), – и, одновременно, в последовательно-постадийном запасании энергии в виде электрохимического градиента (в соотношении 3-6 протонов на пару электронов) между обеими сторонами мембраны митохондрий. В итоге, генерацию макроэрга АТФ (из АДФ), и путём конверсии энергии энергии трансмембранного электрохимического градиента протонов, производит АТФ-синтазная активность специального одноименного макромолекулярного комплекса (~500 кДа), встроенного во внутреннюю мт-мембрану [78].

К некоторым гормонам (веществам / факторам) на митохондриях имеются специализированные / аффинные рецепторы. Например, трийодтиронин усиливает синтетическую активность митохондрий (в норме), а его высокие концентрации, и в присутствии интерлейкина-1, способны разобщать окислительное фосфорилирование, вызывать набухание митохондрий и вести к выделению / росту тепловой энергии [77]. Более того, специфические к гормонам последовательности (элементы) содержит даже митохондриальная ДНК: например, для эстрогенов ER_a и ER_β, участвующих в контроле биогенеза митохондрий и продукции АФК, внутри мтДНК имеются специальные тропные к ним EREs-элементы (минисателлит-подобные последовательности) [20].

Взаимодействия в митохондриях / хлоропластах (Мт / Хп): от элементарных и квазиэлементарных частиц, – до молекул и биомакромолекулярных комплексов

У эукариот обе ораганеллы (Мт и Хп) являются ДНК-содержащими (и часть ДНК в них входит в контакт с мембранами органелл). При этом поверхность / (состав) глико-липо-(нуклео)-протеидного вещества мембран Хп / тилакоидов-(их-антенного-комплекса), абсорбирующих ассоциированные с фотосинтезом фотоны (светового / около-светового диапазонов; различаются, по крайней мере, уровнем энергии; а также двумя, «+»1 / «−»1, состояниями спинов / спиральностей, уровнем когерентности / согласованности по этому признаку), может испытывать возмущения, связанные с динамикой формирования здесь быстродействующих, как и фотоны, квазиэлементарных частиц, КЭЧ (фонон, поляритон, магнон, экситон, солитон, др.), ранее описанных в контексте физики твердого тела [29, 30]. Число и разнообразие характеристик последних сравнимо с таковыми для элементарных частиц, − (*зд*.) прежде всего фотонов, у которых кроме в.н. также актуальны и другие характеристики (см. ниже).

Отступление 1. Сжатые состояния

Среди таких характеристик, по крайней мере (и в соответствии с критериями формальной логики), – происхождение из классических или многомодовых квантовосжатых электромагнитных полей (периодически нестационарных) с соответствующими:

(1) дисперсиями квадратурносжатых / некоррелированных и состояний с подавлением (во времени и пространстве) флуктуаций числа фотонов, их амплитуд, фаз и, в некоторых случаях, шумов накачки;

(2) компонентами дисперсий когерентного состояния с пуассоновским распределением фотонов и субпуассоновским (опосредованным интерференцией) подавлением квантовых флуктуаций интенсивности, сглаженной во времени статистикой фотоотсчётов.

Сжатые состояния (*зд*. в оптике) обладают фазосопряжённым спектром и могут возникать при ряде условий: при трёх- / четырёх-частотных параметрических взаимодействиях, генерации высших гармоник; в эффектах: самовоздействия (фазовой самомодуляции света), комбинационного рассеяния, многофотонных процессов; при некоторых определенных условиях фотонной и электронвозбужденного состояний

накачки (естественной / технической), взаимодействии с когерентным излучением, смешении коррелированных пар фотонов (рождаемых при параметрической люминесценции), и т.п. Таким образом, каждая в.н. мода может быть «сжата» по-своему (т.е. иметь различные эффективность и ориентацию эллипса сжатия на фазовой плоскости) [57]. Причем многие из перечисленных взаимодействий могут быть или являются актуальными для фазово-активных мембран-ассоциированных и почти жидкокристаллических клеточных структур.

В отличие от элементарных, квазиэлементарные частицы (КЭЧ) неотделимы от своего материального носителя, содержащего специфические наборы компонент {в частности, и по крайней мере, частично генетически программируемых глико-липо-(нуклео)-протеидных составляющих различных мембран, включая внешние и внутренние их части}. КЭЧ могут иметь индивидуальный собственный, частично генетически программируемый обобщенный профиль совокупной функции элементарных актов возбуждения. В целом характер взаимодействия элементарных частиц друг с другом, квазиэлементраных частиц друг с другом, и некоторых первых с некоторыми вторыми (имеющих разные квантово-дискретные наборы энергетических и других состояний), – целая отдельная тема, далеко выходящая за рамки данного анализа.

Продолжим. Такие взаимодействия в.н. частиц, однако, могут вносить существенный вклад в индукцию экспрессии генов / генома и сортинг их продуктов на поверхности мембран (их компонент). В целом, в каждой клетке определенной ткани (в норме) мы имеем сразу несколько взаимосвязанных видов специфичностей, взаимодействующих кибернетически и / или иерархически, – в зависимости от типа рассматриваемых системы координат и / или процессов. К ним относятся:

а) экспрессия генов / генома;

б) уровни / концентрации энергетических и биохимических метаболитов (например, в клетках мозга, печени и мышцы уровни АТФ, в норме, соответствуют величинам в ~2,5, ~3,5 и ~7,5 μM);

в) адсорбция высоко- и низкомолекулярных компонент на поверхности мембран {в частности, внутренних мембран митохондрий, где специфически прикрепляются тесно прилежащие друг к другу ферменты цепи окислительного фосфорилирования, белки-цитохромы (переносчики электронов), транспортные системы АТФ, АДФ, пируват и др.};

г) предположительно, то же касается и взаимодействующих на поверхности мембран элементарных и квазиэлементарных частиц друг с другом, с молекулами белков,

фрагментами последовательностей ДНК / РНК, ДНП / РНП и низкомолекулярными соединениями.

Видно, что здесь охвачены вероятные сочетания или связанные воедино (сопряженно / специфически) взаимодействия высоко- и низкомолекулярных материальных частиц / веществ, – от элементарных / квазиэлементарных частиц, и до биомакромолекул. Выявление специфических маркеров митохондрий, ферментов цитохромоксидазы / сукцинатдегидрогеназы, позволяет количественно охарактеризовать энергетические процессы в митохондриях.

Сочетание и взаимодействие элементарных (*зд*. фотонов) и квазиэлементарных частиц (их «языков») зависит как от генетических факторов (связанных с природой биосинтеза в.н. низко- / высокомолекулярных компонент вещества мембраны органелл у конкретного биологического вида), так и внешних факторов. Последние связаны с наличием и возможностью поглощения / ассимиляции веществом мембраны не всех, а только определенных составов / сочетаний фотонов, − т.е. с ограничениями, вносимыми, например, фотон-фононным, фотон-экситонным, электрон-фононным (подобн.) типами взаимодействий, показанными для твердых / условно-твердых-(жидкокристаллических) тел, их поверхностей [29, 30; 46; 2]. Заметим, что: 1) это находится в соответствии с фактом квантования внутренней энергии атома / молекулы, принимающей лишь определённые (дискретные) значения / уровни; 2) каждый компонент сложносоставного вещества вносит различный вклад в общую поглощаемость им световых волн различной длины. С одной стороны, излучения разных длин волн специфически поглощаются разными молекулами; с другой, – в разных субстратах могут развиваться однотипные первичные реакции, приводящие, однако, к различным биологическим эффектам [41].

Сортинг эпитопов

Обеспечение сортинга эпитопов белковых антигенов различной природы (и, далее, сортинга формируемых олиго-НЭ), наработанных клеткой при стандартном функционировании лизосом / протеосом, вероятно, происходит за счет механизмов взаимодействия самоорганизующихся супрамолекулярных мембран-связанных глико-липо-(нуклео)-протеидных комплексов гипотетической «ретранслосомы» [2]. Внутри таких динамических комплексов возможно попеременное обобществление различных

слоев / орбиталей (отдельных элементов) их электронных оболочек. При этом могут периодически формироваться структуры, способные к образованию лабильных молекулярных ансамблей и межмолекулярных низкоэнергетических нековалентных связей [31]. Не исключено, процесс обобществления электронов сопровождается сбросом избытка одних и поглощением других наборов фотонов (т.н. «т.н. фотонный или скрытый фотонный фейерверки» квантов полного ЭМ-диапазона; позднее в отношении формируемых при вПОТ наборов гипотетических олиго-НЭ введено сходное понятие «олигонуклеотидный фейерверк» [6, 7]) между молекулами / биомолекулами и их частями в большинстве химических, биохимических и метаболических процессах в клетке. Участие могут принимать, по крайней мере, водородные, гидрофобные, ионные, стекинг, ван-дер-ваальсовы, диполь-дипольные, дисперсионные лондоновские силы (в том числе при рассеянии света), координационные, донорно-акцепторные, электростатические и другие связи [15; 1, 2]. Кроме того, с в.н. событиями (взаимодействием электронных оболочек посредством сброса / поглощения пакетных наборов фотонов) могут быть связаны процессы: а) «каузального взаимоузнавания» друг другом целых молекул / биомакромолекул и их частей, − в том числе в составе молекулярных / супрамолекулярных комплексов [6, 7]; б) переключения с одних типов взаимодействий на другие [15].

Одновременно, наметилась тенденция, не лишенная противоречий начального периода, связанная с описанием возможных волновых характеристик и свойств биомакромолекул, их частей, комплексов (касается пептидов, белков, ДНК, РНК; ДНП, РНП, их мембранных комплексов; мембран; внутриклеточных органелл; рибосом; и т.д).

Эти характеристики связывают:

а) с элементарными частицами (*зд*. фотонами УФ-, оптического, ИК-, рентгеновского диапазонов, др.; известны взаимодействия: фотон-фотонное и фотон-электронное, и др.); фотоны (кванты) играют важную роль в большинстве взаимодействий и изменений, происходящих с атомами и молекулами наблюдаемой Вселенной [66];

б) с квазичастицами (фононом, экситоном, поляритоном, магноном, солитоном, др.; известны взаимодействия: экситон-поляритонное, экситон-магнонное, экситон-экситонное, и др.; см. Приложение-глоссарий 3 «Некоторые свойства квазичастиц» [125]);

в) а также со взаимодействием (например фотон-фононным) первых со вторыми. Иногда взаимодействие конкретного фотона с твердым / условно-твердым-(жидко-кристаллическим) веществом может вести к образованию других частиц: фононов,

экситонов, поляритонов и других фотонов. Подобных комбинаций достаточно много. Соотношение квантов элементарных / квазиэлементраных частиц варьирует, но общее их число, в определенных (не всех) системах, сохраняется [46]. Причем свойства частиц обоих видов могли начать проявляться еще до появления любых современных клеточных систем / организмов. Это касается ранне-эволюционного периода формирования автономных генетических систем с поддержанием взаимоориентированных специфических резонирующих структур и соответствующих им по́левых конфигураций [1, 2].

Фотоны, общий ЭЛП и ГЧОС-система. В контексте гипотетических вПОТ / ВНП-передача механизмов и процесса формирования универсального генетического кода (современного УГК)

Фотоны, исходя из современных представлений, являются самой распространённой в космическом пространстве частицей (более нескольких миллиардов фотонов приходится на одну частицу-вещества / нуклон в видимой части Вселенной) и наиболее избыточной частью в.н. общего энерголучевого потока (общего ЭЛП). Более того, в.н. часть ЭЛП (~3%), прежде всего фотоны, воспринимается фотосинтезирующими организмами биосферы Земли, точнее их тилакоидами / хлоропластами, предпочтительно для целей фотосинтеза (создания органической биомассы, свободного молекулярного кислорода) и поддержания выработки энергетически важных внутриклеточных компонент. Далее, возможная роль ЭЛП / фотонов, и при участии гипотетических вПОТ-механизма и «ретранслосомы», будет обсуждена в контексте предполагаемого формирования современного универсального генетического кода (УГК) [1-3]. Видно, что работа гипотетического вПОТ-механизма, и в соответствии с вышеизложенным, может быть исходно сопряжена с «ретрансляционной (фотон- / электрон- / протон- / ион- /…/ супрамолекулярный-комплекс) надмолекулярной машиной» (гипотетической «ретранслосомой»), формируемой в любом фотосинтезирующем организме. Однако, набор сочетаний инициаторных ЭЛП-компонент (*зд*. элементарных частиц, фотонов), как и состав мембранных глико-липо-протеиновых компонент (*зд*. в.н. квазичастиц), в каждом случае могут быть индивидуальными и происходящими на фоне всех относительно сильных и слабых по́левых компонент и физико-химических особенностей данного региона поверхности Земли (биосферы) [17; 1, 2].

ЭЛП каждого региона поверхности Земли имеет, по крайней мере, три разные пространственно-временные составляющие: (1) действующую мощно / постоянно солнечную; и действующие много менее мощно, но также на протяжении миллиардов лет космическую (2), ближнего и дальнего Космоса, и (3) земную, радиационный фон Земли, компоненты. Тогда для фотосинтезирующих организмов сам ЭЛП эволюционирует (неповторим по своим пространственно-временным характеристикам) двояко. Во-первых, – в связи с абсолютной (нециклической) астрофизической компонентой: относительно друг друга и каждого из регионов поверхности Земли ежемгновенно меняется расположение / расстояние звезд, галактик, планет (и других космических объектов), – по крайней мере, в видимой части Вселенной. Во-вторых, – в связи с локально-географической (включая циклическую) компонентой: грубо, наборы и динамика смены сочетаний (сезонных, др.) потенциально абсорбируемых фотосинтезирующими организмами фотонов, например, на экваторе и вблизи полюсов, – очевидно, не одинаковы [17; 1-3, 11, 14, 21, 22].

Составы компонент в.н. мембран (i) и ЭЛП (ii) могут быть, по крайне мере отчасти, (взаимо)-специфичными, т.к.:

i) у каждого биологического вида (*зд*. фотосинтезирующего) свои частично генетически программируемые динамика глико-липо-(нуклео)-протеидных мембранных компонент (их мозаика) и индивидуальный суммарный профиль сверхбыстрых квазиэлементарных частиц (экситонов, фононов, поляритонов, магнонов, солитонов), взаимодействующих с элементарными частицами (*зд*. фотонами, др.);

ii) в каждом регионе поверхности Земли, имеющем индивидуальные динамику и специфику своих трех в.н. ЭЛП-компонент, и в отношении каждого же отдельного фотосинтезирующего, сочетания таких ЭЛП-компонент (*зд*. потоков дискретных наборов фотонов) могут оказываться уникальными.

Именно с этапа формирования генетического разнообразия в рамках кода, – и, параллельно / неразрывно, динамического поддержания процессов стабилизации / модифицирования самого генетического кода (УГК; возможно, с более ранних кодов), – закладываются основы самоорганизующихся взаимодействующих биологических систем (включая их разноуровневые подсистемы [55]). Это касается клеток / организмов (отчасти, вирусов), – компонентами которых являются не только наборы атомов, молекул, биомакромолекул и их комплексов (включая надмолекулярные), но и специфически варьирующего состава потоки дискретных наборов элементарных частиц (*зд*. прежде

всего фотонов; др.), взаимодействующих с в.н. квазиэлементраными компонентами перечисленных объектов [17].

Формируемые при участии вПОТ-механизма в хлоропластах / тилакоидах фотосинтезирующих организмов, уникальные и повтор-подобные олиго-НЭ, далее, могут быть встроены в ДНК / РНК-векторные частицы (вектор-подобные нуклеиновокислотные последовательности, ВНП). Затем они могут переноситься как внутриклеточно (между Хп, Мт, Яд), так и между клетками одного организма (дополнительно включаем экзосома-подобные частицы млекопитающих, ассоциированные, например, с меланомой) [39, 99] и, реже, разных организмов, – в том числе фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих. Система генетической челночной обратной связи (ГЧОС-система) является частью целой системы ВНП-передачи, включающей все в.н. виды передачи протяженных / укороченных нуклеиновых последовательностей, формирующих портрет / структуру геномов биологических видов, – а также вирусов, например, ВИЧ [11, 14]. Эта система обеспечивает, прежде всего (и в частности), обмен генетическим материалом (включая горизонтальный и псевдо-горизонтальный переносы) между фотосинтезирующими и нефотосинтезирующими организмами (биологическими видами всех трех природных царств: эукариот, бактерий, архебактерий). Это происходит в рамках сообщества, их групп, биот, биоценозов, и т.д. (в том числе, включая известные / неизвестные вирусы, фаги, условные симбионты / паразиты / комменсалы, и т.д.), − и за эволюционно значимое время (в ряду множества поколений) [1-5, 8, 10-14, 16-19, 21, 22, 99]. К характерным «функционерам» ГЧОС-системы можно отнести, например, некоторые вирусы, − например, рабдо- / бунья- / потивирусы, курсирующие между фотосинтезирующими и нефотосинтезирующими организмами, проявляя видо- и / или тканеспецифичность в отношении одного из двух облигатных хозяев, – растений и насекомых [32]. Последние же, по крайней мере кровососущие, могут «поделиться» сформированным секретом с любым (включая человека) позвоночным. Кроме того, пути многих эукариот (высших / низших) и прокариот (бактерий / архебактерий) в рамках в.н. ГЧОС-системы могут пересекаться даже внутри отдельных организмов, − носителей паразитов, симбионтов и комменсалов (см. системы аутоценозов / демоценозов [58]).

Синхронный пандемический горизонтальный перенос, и при экстраординарном уровне мутаций, считают, был особенно распространен в ранний эволюционный период. Его относят к эпохе становления коллективно метаболизирующих до-генетических систем и одноклеточных [33], в частности пурпурных фотосинтезирующих бактерий [37]. В это

время формировались устойчивость к горизонтальному и вертикальному типам переносов. Одновременно, предполагают горизонтальный перенос для митохондриальных (и других ДНК-содержащих компартментов) мобильных интронов I и II типов между неродственными видами некоторых протистов, а также протистами и цианобактериями за эволюционно значимый срок [38].

Кроме того, важной особенностью выше описанных событий у фотосинтезирующих организмов может оказаться их возможная причастность к процессу формирования и поддержания:

а) как самого универсального генетического кода, УГК {включая как вероятные коды-предшественники [23-25; др.] (и, тем самым, «ретрансляции с кода на код» вплоть до современного УГК, − без потери биогенетической информации, начавшей формироваться еще в эпоху существования систем с элементами кодирования или небиологических самовоспроизводящихся автокаталитических систем [1, 29]), так и возможное участие неканонических аминокислот (в частности, селеноцистеина, селенометионина и пирролизина; др.) и нуклеиновых кислот [10]};

б) так и разнообразия в рамках УГК, обусловленного, в том числе, присутствием в.н. особенностей и специфических компонент (в том числе, гео- и астрофизических) общего ЭЛП, сглаживаемых процессами обмена генетическим материалом при функционировании в.н. ГЧОС-системы;

в) пункты (а) и (б), − контекстны конкретному этапу эволюции.

Здесь важно, что предполагаемые исходные условия формирования генетического кода, − и на фоне перманентной, опосредованной гипотетическим вПОТ-механизмом проверке (в «ретранслосоме») на соответствие пары аминокислота / кодон в рамках современного УГК (а до этого у вероятных кодов-предшественников), − связаны с взаимодействием не только атомов / молекул, но и элементарных частиц (в частности, фотонов). Далее это, вероятно, с высокой степенью вероятности предопределяет аналогичные взаимодействия в случае уже не только атомов / молекул (цитоплазмы, ядра, Мт / Хп), но и биомакромолекул [17]. Более того, каждый раз поддержание / появление (эволюция) таких взаимодействий, предположительно (и в частности), могут быть связаны с предшествующим периодом возникновения различных устойчивых квантовых и молекулярно-квантовых структур (в т.н. «светоносной среде» эфира) космофизического сверхтекучего вакуума [27] (историю вопроса можно найти в [1, 2] и других работах в.н. сайта автора).

Атомы и (био)(макро)молекулы, − вероятные специфические «ловушки» и «убежища» относительно замкнутых специфических же потоков элементарных частиц (*зд*. фотонов и др.)

К настоящему времени существует представление, согласно которому внутри- и межмолекулярные взаимодействия в клетке, тканях, органах могут не ограничиваться только различными физико-химическими, химическими, биохимическими, метаболическими (и подобн.) их типами. Они, также, могут включать организованные потоки [17], включая относительно замкнутые [28], формируемые в данных пространстве / времени (элемент памяти консервативно-изменчивых открытых биологических систем), эволюционно адекватных, динамически корректируемых, но относительно стабильных наборов элементарных частиц. Это относится, по крайней мере, к фотонам (*зд*.), различающимся уровнем энергии, состоянием спин / спиральностей, уровнем когерентности / согласованности [2]. В в.н. системах такие потоки, вероятно, могут образовывать сложные, относительно долговременные сети (частично показано), подобные тем, что функционируют: 1) в электронных схемах приборов (и, даже, на несколько порядков более сложные, мощные, быстрые, − аналогично тому, как это предсказывают в отношении сравнительных свойств реальных электронных и потенциально-рассчитываемых фотонных компьютеров); в случае: 2) генных сетей (генов белков, тРНК, рРНК, микро-РНК, др.) в геномах клеток; 3) нейронных сетей, природа которых прояснена не до конца; 4) др. подобн. [6, 7, др.].

Дело в том, что, по-видимому, в.н. потоки элементарных частиц (*зд*. фотонов, самых распространенных элементарных частиц Вселенной) только тогда будут той одной из частей организованно-упорядоченной системы памяти (*зд*. более подвижной), когда для них имеется сформированная другая, взаимодействующая с ней (*зд*. относительно более стационарная) часть системы:

1) в виде соответствующих «ловушек» этих потоков (своеобразных «убежищ», «домов», «квартир», «комнат», «чуланчиков», и т.д. [28]), роль которых могут выполнять соответствующие же атомы (включая субатомные элементарные / квазиэлементарные частицы, электроны, др.), молекулы, биомакромолекулы, надмолекулярные комплексы, частицы, клетки, органы, ткани, организмы, их сообщества и, в конце концов, целая биосфера;

2) организованная для направленного / согласованного перемещения, транспортировки, сортинга и блокирования в.н. потоков элементарных частиц (т.е. управляемой «в интересах» и «для сохранения» в.н. «убежищ»).

Причем надо учесть, что режим в.н. взаимодействий между обеими частями системы функционирует в пространстве стационарных глобальных (ЭМП, гравитация, др.) и, не исключено, импульсных локальных (в том числе, резонирующих) по́левых структур. Рассмотрим различные примеры / аналогии в рамках ниже предлагаемых рубрик.

Радиофотоника

В настоящее время электронные системы все чаще заменяются на фотонные, более устойчивые к внешним электромагнитным полям и разрабатываемые, в частности, в рамках тематики «Радиофотоника». Фотонные системы, частично / (давно), используются в связи с некоторыми техническими устройствами (лазерами, др.) и разработками (оптоволоконными, телекоммуникационно-информационными, сервисными и техническими, включая Интернет, каналами связи). Вместе с лазерами, использующими фотоны, еще в 60-х годах прошлого века появилась наука фотоника (распространение ее продуктов пришлось на 80-е годы, когда широко применялась оптоволоконная передача). С радиофотоникой было связано решение ряда проблем:

а) передачи, приема и преобразования информации с помощью фотонных приборов и систем; это позволяло создавать устройства с радиочастотными параметрами, недостижимыми для традиционной электроники;

б) формирования, и на основе слияния, по крайней мере, таких направлений науки и промышленного производства, как радиоэлектроника, волновая оптика и СВЧ-оптоэлектроника.

Современная радиочастотная аппаратура все больше переходит на использование оптического диапазона и фотонных сетей. Неучет этой тенденции может вести к серьезным техническим / финансовым проблемам, в частности, в авиации. И наоборот, правильно выверенная замена микроэлектроники на радиофотонику сулит выигрыш в развитии, например, современных РЛС / АФАР (РЛ фазированных антен и антенных решёток), средств радиоэлектронной безопасности (РЭБ) и коммуникационных серверов и др. Фотоны не имеют заряда и массы покоя (хотя, условно, допускается, что последняя

зависит от частоты; а у электронов ее признают равной ~1836-1840 части протона). Можно сказать, что фотоны, применяя сленг, наиболее «быстры / вездесущи», дальнодействующи, дают более широкополостную спектральную картину (что позволяет применять аппаратуру на основе «радарного зрения» в самых различных областях науки / техники) и помехоустойчивы, – т.е. менее подвержены влияниям внешних электромагнитных полей, связанных, например, с ударом молнии или солнечными магнитными бурями [60]. Данные радиочастотного диапазона активно используются при исследовании космических тел некоторых далёких галактик, работающих в режиме исполинских мазеров. Последние, и подобно квантовому генератору, излучающему радиоволны с когерентными характеристиками, являются усилителями стимулированного микроволнового излучения («microwave amplification by stimulated emission of radiation»).

Предполагаемый нуклонный захват (в частности, в митохондриях)

Кроме того, по-видимому, не случайно именно в отношении митохондрий (то же относится и к хлоропластам) были выдвинуты предположения (а также спекуляции), в частности, о возможности формирования здесь одноименных, и даже неидентичных, атомов-изотопов; (в этом подразделе, ниже, и в отношении внутриклеточных биосистем, приведены и другие предположения / спекуляции). Согласно одному из таких представлений, это (и с очень небольшой частотой) может происходить не благодаря ферменту, а в результате переноса кинетической энергии и самих протонов (тяжелых / заряженных элементарных частиц).

И тогда, предполагают, протонное излучение может вызывать [68-71]:

(1) упругие и неупругие столкновения с ядрами различных атомов-мишеней;

(2) генерацию сверх - («высокоплотного» - «коротковолнового» - «высокочастотного») переменно-вихревого электромагнитного поля, ЭМП (СВЧ / КВЧ-диапазонов), когда протоны движутся параллельно друг другу (как по волноводам), а воздействию подвергаются не сами фиксированные протоны атома-мишени, а их силовые линии;

(3) потерю энергии протонами;

(4) захват протонов ядром ближайшего атома; последнее, не исключено, сопровождается:

(а) испусканием специального ядерного кванта (скорее всего, α-частиц, т.е. связанных вместе двух протон-нейтронных пар; а также β^+ / β^- - частиц, продуктов электрон / позитронного распада);

(б) формированием уникальной протон-дырочной голографической картины объекта (например, генома, после его взаимодействия с потоком протонов).

Перечисленное может быть ассоциировано с высокопроникающим полем (см. далее), которое способно: (i) возбудить протоны ядра атома-мишени; (ii) увеличить вероятность сближения обоих типов протонов для последующего взаимодействия и передачи части кинетической энергии; (iii) заставить протоны перемещаться против градиента электрических зарядов и осмотической нагрузки (что, не исключено, лежит в основе, или, по крайней мере, сильно влияет на обеспечение работы натриевых, калиевых и других ионных «насосов» в живой клетке).

При этом излучающее поле может генерировать:

(1) обмен электронами и переменный ток, например, между двух-трехвалентными атомами железа, принадлежащими четырехпиррольному порфирину гема, ассоциированному с металлопротеидами (гемоглобином, миоглобином, цитохромами) и желчными пигментами. Одновременно, это касается дыхательных ферментов (с включенным «негемовым» железом), цинксодержащих белков (дегидрогеназ, инсулина), а также других кристаллических белков с атомами меди, калия, кальция, марганца, кобальта, молибдена (и почти всеми металлами, и металлоидами периодической системы химических элементов Менделеева). С одной стороны, огромные количества таких белков (кровеносных сосудов, печени, селезёнки, костей, мочевых путей, кишечника, глаза, др. органов / тканей) являются биохимическими / химическими веществами. С другой, не исключено, они могут функционировать в режиме, по крайней мере, локальных «молекулярных пьезокристаллов» [68-71], когда обратимо чередуются состояния условных электрополяризации и деформации (в том числе, электрического напряжения и механической деформации) претерпевающего фазовые переходы вещества со свойствами кристалла / жидкого-кристалла (структуры без центра симметрии). Последние способны проявлять функциональное подобие «с»: (а) воспринимающей антенной; (б) квантово-волновым усилителем; (в) высокочастотными электромагнитными линзами, направляющими электромагнитные волны при самых различных процессах, ассоциированных с действием ЭМП. Тем самым, такими системами, с одновременно управляющими и управляемыми подсистемами [55], и, в том числе, на по́левом уровне,

могут осуществляться, в частности, информирование клеток мозга о текущих химических, биохимических и метаболических процессах; (физические и кристаллографические аспекты такого информирования, и на основе данных о квазикристаллическом вакууме [203], см. ниже). Эти последние касаются, например, хеми- / баро- / рецепторных датчиков (и подобных), обеспечивающих процессы биоритмологии и взаимной трансформации упругих и электромагнитных волн на мельчайших природных (молекулярных) гибких жидкокристаллических структурах и на вибрирующей жидкокристаллической мембране. Кроме того, допускается, в частности, что трёхвалентное железо может запускать свободнорадикальное окисление разветвлённых цепных реакций в мембранах (например, контактирующих эритроцитов), которые генерируют вихревое КВЧ-поле до момента насыщения таких атомов железа электронами и перехода их в двухвалентное состояние [68-71];

(2) единое удерживающее протоны и напряженное в каждой Мт и между сотнями Мт клетки поле, обусловленное синхронизацией и резонансом такого эффекта. А далее, это может продолжаться уже как в цитоплазме целой клетки, так и между клетками. В растворе протон атакует неподелённую электронную пару молекулы воды и существует, далее, в виде катиона оксония / гидроксония (H_3O^+).

Предполагают, что в результате действия энергии такого обобщенного переменного ЭМП, обусловленного слиянием множеств полей каждой отдельной Мт, из митохондрий в цитоплазму и клеточное пространство могут «выбрасываться» протоны, указывая, тем самым, на существование здесь своеобразного внутримитохондриального «синхрофазотрона». Одновременно, вспоминается словосочетание «митохондриальный ядерный котел», примененное в одной из своих работ С.А. Нейфахом еще в середине прошлого века. На основе подобных взаимодействий, – но на разных частотах, в разных иерархо-кибернетических режимах взаимоподчиненности (и в рамках функциональных систем по П.К. Анохину), – функционируют как отдельные клетки организма, так и их множества. Все это означает возможность контроля / управления не только многочисленными биохимическими и физическими процессами, постоянно происходящими в клетке / организме, но и, по крайней мере, чрезвычайно редких, почти виртуальных, воспроизводства / нейтрализации изотопов атомов тех или иных химических элементов (и, скорее всего, – при жестких пространственно-временных и количественных ограничениях соответствующих параметров). Описанный феномен-гипотезу называют «холодным термоядом» (ХТ-синтезом, ХТС). В зоне реакции (*зд.*)

могут иметь место следующие «странности»: критическая масса не накапливается, температура не поднимается, распад / синтез быстро прекращается, радиация не наблюдается (т.к. α-частицы вне действия в.н. характеристик ЭМП быстро превращаются в атомы гелия, а протоны, – в молекулярный водород, воду или перекиси). Формируемые ядерно-протонные взаимодействия (*зд*.) могут слабо искажать голограммы и выноситься ЭМП далеко за пределы клетки (возможно, в постоянно пополняемую «энергоинформационную оболочку ноосферы»). Таким образом, допускают, что ХТС может оказаться (якобы) практически / частично управляемым процессом [68-71].

В случае, например, отдельных растений, прежде всего тех, корни которых не уходят на значительную глубину в несколько метров, допускают следующее. При произрастании их в песчаных почвах, богатых только кремнеземом, и скудно-почвенных по ряду элементов пустынях (по калию / магнию, требуемых и для синтеза АТФ в Мт / Хп, где идет разделение электронов / протонов для создания биоэлектрического потенциала; а также по фосфору, азоту и другим, поступающим только из почвы), клетками, в качестве дополнительной меры, – и при недостаточном поступлении в растение и его семя в.н. элементов, – может быть использован в.н. ХТС. Митохондрии при этом, вероятно, могли бы (якобы) генерировать волны в оптическом диапазоне, ускоряя тем самым некоторое количество ядер водорода (протонов), способных как бомбардировать и высокоточно «прицеливаться», так и поражать мишень (ядро атома) с одновременным замедлением теплового движения и получением небольшого выхода «готового ХТС-продукта» [72].

Или другой хорошо известный случай. Куры, не получавшие кальция с пищей, все-таки несли нормальные яйца, покрытые скорлупой с большим содержанием кальция. В 60-е годы прошлого века на это обратил внимание французский физик Л.Кервран (нобелевский лауреат). Им была высказана идея превращения калия в кальций ($K^{19} \rightarrow Ca^{20}$) в митохондриях клетки в результате осуществления (*зд*.) холодного ядерного синтеза. Большинство ученых восприняли эту публикацию первоапрельской шуткой (возможно так и было). Другие искать ответ не перестали и продолжают работать с системами, ассоциированными, в частности, с возможными превращениями дейтерия в гелий / тритий, повышенными температурами и выделением нейтронов высокой энергии (для чего использовались специфические электроды и условия кавитации, – т.е. «взрыва» пузырьков воздуха с выделением больших количеств энергии, и др.) [73].

Имеются и другие примеры.

Предполагаемые варианты трансмутаций

Связанным с холодным ядерным синтезом, ХТС (низко энергетическими ядерными реакциями; LENR, low energy nuclear reactions) считают также современную разработку случая предполагаемой т.н. биотрансмутации. Предполагаемой, – хотя новосибирские авторы (В.Карабанов, Т.Сахно, В.Курашов), по их мнению, представили конкретные и убедительные доказательства реальности существования метода, под который получен патент РФ-RU (№2563511C2) [110]. Трансмутация (превращение) химических элементов в другие элементы признается пока возможной только в очень ограниченных количествах, – и только при индукции ее на энергетически мощных ускорителях (в условиях бомбардировки частиц / атомов другими частицами). А основной претензией к методу, в описанных для биотрансмутации условиях энергетического обеспечения процесса, является тезис о «непреодолимости кулоновского барьера». Тем не менее, механизм биотрансмутации разрабатывается уже более двух веков и имеет известных предшественников. Среди этих ученых: французский химик XVIII века Л.И. Воклен; немецкий фармацевт XIX века А. Герзеле (Albrecht Von Herzeele); французский биолог-ядерщик Л. Кервран, 1901-1983, автор книги «Доводы в биологии трансмутации при слабых энергиях»; В.И. Высоцкий, автор книги «Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах», 2003; др.} [110].

Биотрансмутацию описали происходящей в биореакторе по схеме трансмутации (*зд*. почти «в пробирке», с урановой или ториевой рудой; хотя могут быть использованы руды других радиоактивных элементов или радиоактивные отходы ядерных циклов), – но радикально более простым и дешевым способом. Последнее обеспечивалось участием радиоустойчивого биообъекта (*зд*. бактерий рода *Thiobacillus*, на специальной питательной среде). Благодаря этому (по мнению авторов [110]) происходят распад / синтез изотопов в присутствии элементов с переменной валентностью. Предлагают два теоретических объяснения в.н. феномену. Согласно первой гипотезе (авторской), процесс роста биологической культуры ассоциирован с образованием потенциальных «энергетических ям», в которых, на короткое время, снимается кулоновский барьер, препятствующий слиянию ядра атома и протона (*зд*., в частности, ядра марганца и дейтерия). Это связывают с формированием у растущей биологической структуры таких специального каркаса и состояния, при которых возможны ядерные реакции (подход мало расшифрован, но, скорее всего, речь идет о снижении энергетических барьеров). Согласно второй гипотезе (Хидео Козима), основанной на анализе данных по регулярным клеточно-

ячеечным структурам, в клетках организма могут задерживаться избыточно представленные тепловые нейтроны, захват которых ассоциирован с ядерными реакциями и превращением ряда элементов ($Na^{11} \rightarrow Mg^{12}$, $P^{15} \rightarrow S^{16}$, $K^{19} \rightarrow Ca^{20}$, $Mn^{25} \rightarrow Fe^{26}$, др.), сопровождаемый превращением нейтрона в протон с одновременным испусканием электрона и электронного нейтрино (т.е. β^--распадом, проявляемом при слабом взаимодействии). А предшествовал этому промежуточный процесс превращения d-кварка (от «down», нижний) нейтрона в u-кварк (от «up», верхний), сопровождаемый испусканием виртуального W^--бозона, который и привел далее к появлению конечных электрона / электронного-нейтрино. Виртуальными называют частицы, существующие очень короткое время, отсутствующие в начальном и конечном состоянии и формально вступающие в противоречие с законом сохранения энергии / импульса, согласующееся, однако, с принципом неопределенности Гейзенберга; см. далее). Бета-распад является внутринуклонным процессом [110, 161]. Хотя существует и тип бета-распада без испускания бета-частиц, сопровождаемый испусканием нейтрино / антинейтрино (предполагают также безнейтринный бета-распад). При позитронном β^+-распаде, всегда сопровождаемом конкурирующими процессами электронного захвата (обратное, однако, по крайне мере для многих нуклидов, неверно), и согласно закону сохранения энергии, идут схожие процессы, но кварки и нуклоны меняются местами (по сравнению с β^--распадом) и испускается другой промежуточный W-бозон: u-кварк одного из протонов ядра превращается в d-кварк (один из протонов ядра при этом превращается в нейтрон), испуская виртуальный W^+-бозон, который распадается с образованием позитрона и электронного нейтрино, а заряд ядра уменьшается на единицу, – т.е. ядро смещается на одну клетку к началу таблицы Менделеева. Видов электронного захвата несколько: по названию соответствующих электронных оболочек атома, с которых электрон каскадно (т.е. поочередно со все более отдаленных орбиталей) мигрирует, это K- и гораздо менее распространенные L-, M- (и др.) типы захвата. При этом происходит отток энергии посредством рентгеновских фотонов и / или оже-электронов [161].

Кроме альфа-(α)-, бета-(β)- и гамма-(γ)-распадов обнаружены также распады с испусканием нейтрона, протона (двух протонов), т.н. кластерная радиоактивность (промежуточный процесс деления / альфа-распада ядра) и спонтанное деление (распад на два / три относительно лёгких ядра). Электронный, позитронный и двойной бета-распады считаются различными типами бета-распада. При радиоактивном распаде происходит спонтанное изменение состава (заряда Z, массового числа A) или внутреннего строения

нестабильных атомных ядер, когда испускаются элементарные частицы, гамма кванты и / или ядерные фрагменты. Согласно закону радиоактивного распада, фиксированному эмпирической формулой ($dN / dT = -\lambda N$), число распадов некоторого вещества, и за интервал времени (t), пропорционально числу N имеющихся в образце радиоактивных атомов данного типа. Знак минус указывает на убыль числа радиоактивных ядер со временем, а характеристиками распада являются среднее время жизни атома и период полураспада. Постоянная (λ), и практически независимо от окружающих условий (температуры, давления, химического состава лабораторного вещества, др.), характеризует вероятность распада в единицу времени (секунду). Такая независимость не возникает при специфических условиях (высоких ионизации атома, плотности электронов, химического потенциала нейтрино, сильных магнитных полей), реализующихся, в частности, в ядрах звёзд [161].

Распадающиеся и возникающие при радиоактивном распаде ядра называют, соответственно, материнскими и дочерними. Изменения массового числа (A) и заряда (Z) ядер описывается т.н. правилом смещения Ф.Содди: при альфа-распаде, например, урана-238 в торий-234, атом смещается на 2 клетки к началу таблицы Менделеева, – т.е. заряд ядра (Z) уменьшается на 2, а массовое число (A) дочернего ядра на 4 единицы. При переходе возбуждённых дочерних ядер в основное состояние испускаются гамма кванты. Большинство возбужденных состояний ядра имеют очень малые времена жизни (менее наносекунды). Однако существуют и достаточно долгоживущие изомерные состояния, длящиеся микросекунды, сутки или годы, и возвращающиеся в основное состояние, нередко, через несколько промежуточных, – с излучением одного / нескольких гамма-квантов или обычных бета- / альфа распадов. Хотя альфа-распад, обычно, характерен для тяжёлых ядер с массовым числом $A \geq 140$ (когда образуются обособленные α-частицы из двух протонов и двух нейтронов, подверженные бóльшему действию кулоновских сил отталкивания от протонов ядра, чем отдельные протоны), – имеются и исключения. Двупротонная α-частица испытывает меньшее ядерное притяжение к нуклонам ядра, чем отдельные остальные нуклоны. Она способна, с некоторой вероятностью, и отражаясь от потенциального барьера внутрь, преодолевать барьер посредством туннельного эффекта и вылетать наружу. Такой эффект, однако, экспоненциально уменьшается с уменьшением энергии данных частиц (одновременно, уменьшается и время жизни ядер с соответстсвующим уровнем энергии). Радиоактивными являются все химические элементы начиная с порядкового номера, большего 82 (т.е. с висмута-212, Bi-212, который

способен распадаться двумя путями: альфа-распадом в таллий-208, и бета-распадом в полоний-212), – также как и некоторые более легкие элементы (нестабильные прометий и технеций; стабильно / нестабильные индий, калий, рубидий, кальций) [161]. Существенно важным является и то, что в клетке содержится большинство, если не все элементы (а изредка и их радиоактивные изотопы) таблицы Менделеева (см. следующий раздел).

С технической точки зрения предъявленные преимущества в.н. метода биотрансмутации возможно настолько велики, что, не удивительно: все потенциальные / конкурирующие и сегодня здравствующие и процветающие «держатели» сходных методов (компании, государства с их силовыми структурами), как и СМИ, опасающиеся нашествия «призрака алхимии», похоже «не заметили» его появления. {Этот остракизм, – предмет другой темы. Единственное, что следует заметить, – необходимость осторожного отношения к возможности запуска данной технологии, если она реально существует, – и учитывая ее относительные простоту / дешевизну, – нелегитимными структурами}. Тем более, что в целом ряде глубоко востребованных областей могут появиться огромные экономические и экологические выгоды. К таким областям относятся: а) практическая и радиационная медицина; б) производство и эксплуатация медицинского оборудования; в) ядерная, космическая, военная, военно-космическая и бытовая энергетика (включая ядерные генераторы / батареи); г) поддержание и восстановление экологической чистоты, переработка ядерных отходов и дезактивация радиоционно-загрязненных территорий; д) (био)синтез драгоценных металлов; и др. Обозначенные выгоды могут быть связаны с использованием / дезактивацией множества дорогих, чревычайно дорогих и менее дорогих изотопов химических элементов. Среди последних, по крайне мере, следующие: полоний, радон, франций, радий, актиний, торий, протактиний, уран, нептуний, америций, никель, марганец, бром, гафний, иттербий, ртуть, золото, платина [110] (и др.).

Некоторые космические аспекты эволюции химических элементов

Ранее химические элементы, включая изотопы, первично и вторично возникали в процессе звездообразования, при температуре от десяти миллионов до миллиарда градусов. Это происходит в гигантском молекулярном облаке, вращающемся вокруг центра галактики, неоднородности гравитационного поля в котором создают возмущения с последующим локальным концентрированием масс. В центре звезды начинаются ядерные реакции (превращение водорода в гелий) и стационарное состояние вновь

образовавшейся звезды поддерживается миллионы, миллиарды или многие миллиарды лет. Все протекающие здесь и во многом непохожие друг на друга процессы зависят от массы и возраста звезды, среди которых есть следующие: молодые; молодые промежуточной массы; молодые звёзды с массой больше восьми солнечных; старые звезды малой массы; среднего размера; и сверхмассивные. Звезда в итоге становится огромным термоядерным реактором, в ней устойчиво и стабильно протекают те же реакции, что и при неуправляемом варианте (в водородной бомбе). Стабильность звезды нарушается при выгорании значительной части водорода в ее недрах, остывающее ядро звезды сжимается, повышается напряженность поля тяготения и выделяется нагревающая вещество гравитационная энергия. Когда звезды с массой большей определенной величины исчерпывают запас сливающихся друг с другом ядер, наступает вторая фаза взрывного ядерного синтеза, они сжимаются под действием гравитационных сил и образуют сверхновую. Последняя, почти мгновенно (за несколько десятых долей секунды) разогреваясь до нескольких миллиардов градусов, начинает дальнейший ядерный синтез. При этом большая часть массы выбрасывается в межзвездную среду и на месте прежней звезды остается очень плотный / компактный космический объект, – в частности, нейтронная звезда или черная дыра. При взрыве звезда выбрасывает в пространство огромное количество разнообразных элементов тяжелее водорода и гелия, которые смешиваются с галактическим газом. В некоторых межзвездных облаках обнаружены достаточно сложные органические молекулы. Вещество таких облаков содержит молекулы (H_2, CO, H_2O, др.), молекулярные ионы (OH^-, др.); здесь обнаружено свыше ста химических соединений. Большинство наблюдаемых звезд (включая Солнце) принадлежат к так называемым звездам главной последовательности. Солнце, на 95% состоящее из водорода и на 5% из гелия и многих более тяжелых элементов, является звездой второго поколения. Названные объекты – устойчивые газообразные сферы, мало меняющиеся в течение миллионов лет и поддерживающиеся, в основном, т.н. углеродным циклом выделения энергии медленного превращения водорода в гелий (с участием углерода, азота, кислорода; другое название процесса – протон-протонная реакция). Это происходит в серии ядерных реакций, – в том числе реакций ядерного синтеза. При исчерпании запаса водорода звезда сжимается, превращаясь в белый карлик, нейтронную звезду или черную дыру [172, 173].

Процесс химической эволюции, начавшийся в межзвездном облаке, затем продолжается уже на планетах. Первичная атмосфера Земли содержала в основном

простейшие соединения водорода (H_2, H_2O, NH_3, CH_4) и была богата инертными газами (прежде всего гелием и неоном). Этих последних осталось ничтожно мало, т.к. позднее они были вытеснены в межпланетное пространство. Современная атмосфера имеет вторичное происхождение, т.к. после образования гидросферы из нее исчез практически весь аммиак NH_3 (растворился в воде), атомарный и молекулярный водород улетучились в межпланетное пространство, и атмосфера оказалась насыщенной преимущественно азотом N_2. Кислород в атмосфере наращивался постепенно, сначала в результате диссоциации молекул воды ультрафиолетовым излучением Солнца (1), а затем, главным образом, благодаря фотосинтезу растений (2). В то же время некоторые легкие элементы (водород, дейтерий, гелий) образуются во Вселенной даже до возникновения звезд первого поколения, – в первые три минуты после точки сингулярности. Испускание или прозрачность по отношению к некоторым типам частиц и излучений зависят от стадии, размеров и общей вписанности в контекст в.н. процессов звездообразования {т.е. поддержания: скорости ядерных реакций, коллапсирования, компенсации потерь энергии на излучение, истечения массы; светимости разным цветом (от горячих голубых до холодных красных), и т.д.}. Без понимания механизмов звездообразования и эволюции звезд невозможно представить процесс образования тяжелых элементов (из водородно-гелиевой плазмы), без которых, в конечном счете, не возникла бы жизнь. В целом, можно считать, что звезды являются главным источником образования практически всех элементов таблицы Менделеева [172, 173].

Исходно, фотоны присутствовали в реликтовом излучении первичной гелиевой плазмы эволюционирующей Вселенной и, по мере расширения, заполняли ее т.н. холодным фотонным газом (в соотношении ~10^9-10^{10} на один протон). Тогда справедливым может оказаться утверждение, что в составе Вселенной значительное место занимают фотонные, корпускулярно-полевые потоки, – также актуальные и для всего живого вещества Земли (т.е. включая все биологические виды) [174]. Эти последние испытывают действие в.н. потоков в виде солнечного излучения, и все формируют чрезвычайно разнообразные типы т.н. сверхслабого излучения в почти всей области ЭМ-излучения: от длинноволнового инфракрасного, («срединного видимого») – до коротковолнового жесткого ультрафиолетового (переходящего, далее, к самым жестким рентгеновскому и гамма-излучениям). Один из возможных теоретических выводов: ЭМП, постоянно генерируемое излучением Солнца и другими космическими источниками, формируя естественный фон Земли, играет важную / фундаментальную роль в эволюции

природы и принимает обязательное участие в процессах жизнедеятельности организмов любой степени сложности. Необходимо учесть, что природа совокупного ЭМП в настоящее время исследована все еще недостаточно. В то же время, ЭМ-взаимодействия могут являться одним из общих принципов информационных взаимоотношений, внутренней системой передачи информации в естественно функционирующих живых системах (что перекликается с концепцией «биологического поля» А.Г. Гурвича). При этом околоземное ЭМП, в том числе сформированное воздействиями внешних электромагнитных полей, является необходимым условием нормального существования биосистемы. Это определено с помощью различных методов биоиндикации, гелиокосмофизического и астрономического календарей, необходимых для исследований экологического состояния биосистем любого уровня (включая показатели жизнеспособности, биохимической, генетической и метаболической устойчивости организмов), – и контекстно данным о биогеохимических процессах и огромных перемещениях земного вещества в форме потоков атомов различных химических элементов.

В этом случае биосистема, ее белково-нуклеиновые структуры, могут быть представлены устойчиво неравновесной фотонной системой, испытывающей постоянный приток энергии извне (в целом обмен ею). В такой системе, по-видимому, обладающей огромным запасом надежности, единое сосуществование ее частей возможно, в том числе, благодаря информационно-регуляторным взаимодействиям на основе принципа фотонной констелляции в качестве выражения регуляторно-пóлевого процесса. Причем извлечение нужной генетической информации из макромолекулярной упаковки биосистемы определяется динамической функцией поля и ведет к структурированию обменных процессов, когда весь объем химических превращений в клетке ($\sim 10^{11\text{-}12}$ актов-реакций / цепных-реакций в секунду, – что на несколько порядков больше числа биохимических реакций) регулируется направляющей функцией поля клетки. Внутриклеточное поле, если таковое существует, очевидно, не может быть не втянутым во взаимодействия с внешними полями поверхности Земли и полями других клеток. Молекулярно-клеточные структуры, запускающие (био)химические, (био)физические, метаболические (и др.) превращения на фоне динамически изменяющихся состояний внешней / внутренней среды, по крайней мере электромагнитной, могут запускать хранимые благодаря им потоки квантовой информации. Существенную частью такой информации могут составлять потоки же сочетаний различающихся своими энергетическими и квантовыми

характеристиками индивидуальных и наборов фотонов, – в том числе при дистантных межклеточных взаимодействиях (ДМВ) после применения в клеточных культурах, разделенных кварцевой пластинкой, различных повреждающих / цитопатических агентов (ультразвука, раствора сулемы, вирусов, и т.д.). В этом случае сверхслабых электромагнитных сигналов (в диапазоне частот видимой и УФ-области спектра) от гибнущей в соседней камере клеточной культуры оказывалось достаточно для инициации цитопатогенного эффекта (ЦПЭ) и последующих деградации и гибели клеточной культуры [174].

То есть в основе действия названного гигантского по сложности многоуровневого «механизма» передачи сигнала может лежать односторонний или двусторонний обмен электромагнитными сигналами (прежде всего реальными, но, возможно, и реально-виртуальными фотонами, др.) по макромолекулярным цепочкам. Кванты ЭМП могут выступать в качестве одних из наиболее значимых материальных носителей потоков информации в биосистемах, а сверхслабые их излучения, – в роли регулятора процесса обмена внутри клетки в целом. Биосистемы, клетки, их популяции и организмы различных биологических видов и различных тканей одного организма, могут быть способны осуществлять реакции усиления / ослабления ответа на внешние воздействия, а также выполнять роль «хранителей» систем воспроизведения электромагнитных сигналов. В этом смысле биосистемы, и биосфера в целом, являются относительно открытыми / замкнутыми структурами, поглощающими / излучающими фотоны, прежде всего реальные, из внешней и внутренней электромагнитной среды. Другим их источником, возможно, могут быть виртуальные фотоны, получаемые при поглощении материально-энергетических потоков внешней среды (начиная с элементарных частиц, возмущений квазичастиц и их энергий) и последующих или произвольно / изредка протекающих на субатомном уровне процессов (см. ниже).

Значимыми в нормальной жизнедеятельности клеток, особенно на ранних стадиях развития биосистемы, например, в эмбриональных клетках, и эволюции живых организмов планеты, оказались, по крайней мере, роль геомагнитного поля, зависимого от широкого спектра космопланетарных факторов, оцениваемое при исследованиях по палеомагнетизму [174], – а также явление изотопии (в частности, соотношение изотопов ^{12}C / ^{13}C в клетках ранних стадий эмбриогенеза [111]; см. ниже). При этом единая электромагнитная биогенная среда, и на основе динамики ее ритмических / аритмических воздействий (в том числе, при целенаправленной деятельности человека), оказывается

важным фактором формирования трофических цепей и регуляции материально-энергетических потоков. Такие потоки функционируют внутри и между отдельными организмами (включая автотрофные, гетеротрофные, сапрофиты, микроорганизмы, вирусы) и биологическими видами разных экологических ниш (популяций, сообщества, групп сообществ, биоценозов, и т.д. – вплоть до целой биосферы). Среди ниш, связанных с человеком, – это антропобиогеоценозы и антропоэкологические региональные / глобальные системы [174].

Некоторые возможные преобразования изотопов в центре / ядре Земли

Возможность протекания в.н. преобразований (в том числе, ядерных, но не «горячих» термоядерных реакций, от которых планету может «разорвать») базируется на известных и расчетных данных (выполненых Сибирским отделением РАН в рамках тематик «Изучение возможности взрывного энерговыделения в недрах планет» и «Исследование физико-механических свойств вероятных компонентов ядра и нижней мантии Земли») [187]. Следы работы природного ядерного реактора были обнаружены в урановых месторождениях (в Западной Африке, др.). Затем появились предположения о существовании и других возможных мест концентрации урана, – и не только в каменной оболочке Земли (1), состоящей из расположенной над ядром мантии и, далее, тонкой коры планеты, но и в центре железоникель-содержащего ядра Земли (2). Обе составляющие, (1) и (2), появились после расплавления первичного вещества раскаленной планеты и последующей его гравитационной дифференциации (~4-4,5 млрд.л.н.). Причем плавление внешних слоев происходило в условиях постоянной бомбардировки поверхности падающим веществом и благодаря распаду короткоживущих радиоактивных элементов, представленных прежде в избытке. С окончанием этого этапа бушующий «океан» магмы начал остывать, а кристаллизующиеся силикаты, имеющие большую чем у железа температуру плавления, – практически полностью вытеснять оксиды урана и тория из своей решетки [187]. Наиболее легкие фракции расплавов силикатов, содержащие растворенные в них соединения актиноидов и других веществ, поднимались к поверхности. Далее, остывая и затвердевая, они образовывали относительно тонкую каменную кору Земли, в которой некоторые виды гранитов до сих пор обнаруживают немало урана. В целом, хотя, возможно, несколько иначе, механизм концентрации урана и тория мог обеспечить необходимые дополнительное тепло и концентрацию актиноидов не

только в земной коре, но и глубоко в ее недрах (в ядре Земли, иногда называемом «естественным гигантским ядерным реактором»). По завершении процесса, высокоплотные соединения актиноидов (образующие множество «озер» на твердом ядре Земли), скорее всего, опускались вместе с расплавленным железом и концентрировались в ядре Земли (радиусы твердо-пластичного плазмо-подобного ядра и Земли составляют, соответственно, ~1200 и ~6000 км; кроме твердого внутреннего ядра, температура которого превышает 5000 градусов, имеется жидкое (точнее жидко-газообразное) внешнее двуслойное, по последним данным, ядро, с общей толщиной слоя в ~2300 км [189, 190]). А тепловыделения в результате ядерных реакций деления урана в недрах Земли, и по сравнению с естественным радиоактивным распадом, могли существенно увеличиться [187]. Заметим, что хотя большую часть тепловой энергии Земля получает от Солнца, а непосредственно из глубины Земли лишь в тысячи раз меньшую долю, абсолютная величина этого самого по себе имеющего огромное значение параметра составляет порядка 40 Тераватт, – что в ~2000 раз больше мощности самой крупной гидроэлектростанции в мире. Основными тепловыделяющими изотопами являются уран (^{238}U, ^{235}U), торий (^{232}Th) и калий (^{40}K) [189].

Отступление 2. Возможная природа гравитационного поля

Кроме того, именно горячее ядро планет (в частности, Земли) и звезд, а не их масса, вероятно, может быть источником и той энергии, которая порождает гравитационное излучение (прежде всего в виде продольных волн), противостоящее постоянному росту энтропии и т.н. «тепловой смерти» за счет вероятного превращения энергии этого излучения в тепловой / механический типы энергии. Причем само гравитационное поле может порождаться двумя типами взаимодействующих потоков гравитационного излучения: встречно-направленного продольного (сил притяжения) и отраженного от ближних / дальних космических тел излучения волн поперечной структуры (силами отталкивания). В результате формируются: баланс взаимодействующих сил, строго определенные орбиты космических тел, и т.д. [205]. Видимо в соответствии с квазикристаллической структурой вакуума (макро- и микромиров) единоподобие различных объектов в виде дискообразных структур оказалось одинакого присущим скоплениям звезд в галактиках, солнечной системе, строению атомов и элементарных частиц (в частности, электрон оказался микродиском) [203, 205].

Продолжим. Было замечено, что Земля излучает больше тепла, чем могла бы отдавать только в результате остывания. А ядро Земли имеет плотность меньшую, чем чистое железо (или на ~5-10% меньшую, чем плотность сплавов железо-никель) при существующих в ядре давлениях и температурах (согласно современным геофизическим данным и ударно-волновым методам оценки). Поэтому предположили, что ядро содержит больше легких элементов, чем железные метеориты. Одновременно, скорость сейсмических волн в ядре существенно выше, чем скорость звука в железе, имеющем плотность вещества ядра. В итоге возникла т.н. «проблема легких химических элементов» в составе земного ядра. Эти элементы должны одновременно уменьшать суммарную плотность ядра по сравнению с чистым железом, но существенно не уменьшать скорость звука в ядре при этих давлениях. К ним относят, прежде всего, наиболее распространенные в Солнечной системе водород, углерод (на Земле, – прежде всего его алмазная форма), азот, кислород, магний, фосфор, кремний и серу (H, C, N, O, Mg, Si, S, P). Поэтому было выполнено строгое / последовательное изучение всей проблемы [187, 190].

Известно, что в центре / ядре Земли присутствуют (упрощенно), по крайней мере, такие актуальные в анализируемом смысле элементы, как изотопы урана (актиноиды: ^{235}U; ^{236}U, ^{238}U), тория (^{232}Th), оба скапливаются в нижней в мантии ядра, и калия (^{40}K). Постоянные количества / концентрации изотопов этих и других элементов (1), также как и оптимально приемлемые скорости их радиоактивного распада (2), которыми бы сопровождалась безостановочная ядерная реакция, и при имеющихся прежде и сейчас условиях, формироваться не могли. Тем не менее, анализ проведенных экспериментальных и теоретических исследований показал, что поддержание данной реакции все-таки не исключено, – и даже возможно. Но только при особых условиях. Требуемые компоненты и параметры, вероятно, могут дополнительно накапливаться и формироваться, но не постоянно, а периодически. Это могло присходить в результате сложных и неоднородно протекающих процессов, – за счет сочетания нескольких режимов волновых преобразований в различных участках / зонах поверхностной, – более глубинной и центральной частях земной тверди [187].

Миллиарды лет назад, и в присутствии замедлителей нейтронов (например, воды; возможно, углерода, др.), начало ядерных реакций, включая цепные, мог обеспечить как легко делящийся уран, ^{235}U, концентрация которого тогда в образующемся активном слое была для этого достаточной (не менее 16%), так и радиоактивный изотоп калия, ^{40}K (в меньшей степени). В этом случае, маломощная самоподдерживающаяся (цепная) реакция,

раз начавшись в далеком прошлом, далее может периодически возобновляться (вплоть до настоящего времени) в т.н. бридерном режиме естественного ядерного реактора на быстрых нейтронах. При таком режиме, в частности, импульсно или эпизодически, в нейтронно-делительной волне цепная реакция может происходить быстро, затем долго реакция не идет, но разбросанное делящееся вещество медленно оседает на поверхности твердого ядра; (*зд*. это касается естественной переработки урана, ^{238}U, захватывающего нейтрон и превращающегося под действием γ-излучения, сначала, в промежуточный ^{239}U, который, в свою очередь, и результате первого акта β-распада, превращается, сначала, в нептуний ^{239}Np, и, далее, в результате второго акта β-распада, нептуний превращается в плутоний ^{239}Pu). Заметим, плутоний, – сложный элемент, обнаруживаемый в виде семи аллотропных модификаций (α, β, γ, δ, δ', ε и ζ) без стабильных форм, имеет не менее 19 видов нуклидов изотопов, с огромными колебаниями периода полураспада разных изотопов (в десятки, сотни и десятки миллионов лет), со степенью окисления от +2 до +7, и с колебаниями значений массового числа, превышающими диапазон в 228-247 а.е. Формирование волны облегчается обогащением ее активным изотопом, позволяющим организовать распространяющуюся волну в окиси урана, которая, без обогащения, инертна. При определенных условиях активная зона способна к передвижению, после чего начинается накопление плутония в следующих слоях. Далее возникнет независимая от способа инициирования стационарная волна, во фронте которой уран перерабатывается в плутоний за счет нейтронов деления. На такую волну мог бы реагировать современный природный и даже обедненный уран, т.к. выделяемая в ней удельная мощность может быть на несколько порядков выше аналогичной при радиоактивном распаде (энергия которого, считается, способствует даже движению континентов; см.ниже). Действие таких разбавителей, как кислород, углерод и железо, влияет на параметры модели (в основном на критическую концентрацию), оставляя неизменными качество (форму уравнений) процессов [187]. {Бóльшую часть своей энергии Земля теряет при тектонической деятельности (1), подъёме вещества мантии на срединно-океанические хребты (2) и теплоотдаче сквозь литосферу (3) (в последнем случае бóльшая часть потерь приходится на океан, где земная кора гораздо тоньше, чем под континентами)}.

Достижение в.н. критического значения может вести к началу реакции, локальным вспышкам и горению на значительных площадях, поддерживаемому оседанием топлива и наработкой плутония. Последний, даже если в данном месте конвекция будет разбрасывать содержащее плутоний вещество (стремясь прекратить реакцию), после

охлаждения вновь выпадет на границе слоя, – в основном в ранее не затронутых реакцией местах. При такой своеобразной диффузии вспышка реакции в новом месте становится возможной. В конце концов, можно ожидать формирования пульсирующего процесса с непрерывным спектром режимов (в том числе с крайними вариантами стационарной нейтронно-делительной волны и горения отдельных пятен т.н. «реакторов»). Затем в.н. волна может распространяться (в течение определенного времени) в разные стороны. Это позволяет избежать ситуации срыва волнового режима. Если скорость волны составляет сантиметры в сутки, то время обхода внутреннего ядра, – порядка 10^6 лет. А при околокритическом режиме время может увеличиваться на порядок. То есть, это требует небольшого, по геологическим меркам, времени, а прохождение волны тогда будет носить катастрофический характер. Заметим, что понятие «геологическая эпоха» (*зд.*) предполагает некие основательные причины для переключения темпов эволюции Земли (касается, в частности, границы «архей-протерозойского» периода в ~2,7 млрд.л.н. и синхронного всплеска породообразования тогда на всех континентах, – а также некоторых других последующих дат). В настоящее время содержание урана в глубинном слое и в земной коре примерно одинаковое, и волна деления не происходит, т.к. обогащение слишком мало. Это, впрочем, не исключает того, что и в настоящее время существует возможность запуска волнового режима (бридинга) [187]. Заметим, что в прошлом, ~4 млрд.л.н., содержание урана и толщина слоя смеси UO_2 / Fe могли быть в ~2 раза больше, причем толщина могла достигать нескольких метров, в то время, как уже десятки сантиметров делают слой критическим. Более того, достижение критичности, и в присутствии воды-замедлителя, могло присходить и ~2 млрд.л.н. [188].

Активный слой над твердым ядром может находиться в подкритическом состоянии и состоять из взвеси активных частиц железо-углеродного расплава, т.е. гетерогенной среды (с делящимся элементом), состоящей из фрагментов фаз разной плотности и состава, и, не исключено, готовой к ядерной детонации. В этом случае движение ударной волны, например от землетрясения или падения астероида, ведет к формированию многоскоростного течения, способного изменить относительные концентрации делящихся и других компонентов среды и повлиять на судьбу нейтронов. Тогда среда, находившаяся ранее в докритическом состоянии (по развитию реакции деления, возможно цепной), может перейти в сверхкритическое состояние (в одном из «зафронтовых», по отношению к ударной волне, слоев). Обеспечение необходимой толщины слоя может быть связано с возможностью широкого выбора достаточно крупных / разноплотных фрагментов в

гетерогенной системе. Достижение сверхкритического состояния в слое будет вести к развитию разветвленных (цепных) реакций ядерного деления. Такая гетерогенная система может «впадать» в состояния как «самоподдерживающегося разгона», так и, далее, стационарного распространения детонационной волны (когда размеры системы достаточно велики). Циклично выделяемая здесь энергия распространяется как в виде опережающей «префронтовой» ударной волны, – так и за счет диффузии нейтронов из основной зоны реакции. Аналогично, в случае землетрясения или удара астероида может возникать деформация уровня, увеличивающая толщину активного слоя и уменьшающая удельную поверхность единицы объема активного слоя, сопровождаемая утечкой нейтронов деления. И тогда «околокритическая» среда может обрести свойства «сверхкритической» [187].

{Заметим, однако, есть мнение, что еще одним дополнительным местом действия реакций ядерного распада может быть (якобы) и сам центр ядра. Здесь могут скапливаться, набирая критическую массу, и погружаться в жидкую плазму тяжёлые / сверхтяжёлые элементы, выделяющие затем большое количество энергии и продуктов распада. Последние, будучи разогнанными до больших скоростей, затем, и вместе с элементарными атомами и частицами, разлетаются от центра ядра к его периферии. По пути они могут вступать в в.н. ядерные реакции, в условиях разделения атомов соответственно их массе, огромного давления на в.н. высокоплотную плазму, сжатую, во-первых, центробежной силой вращения ядра, и, во-вторых, центростремительной силой земного притяжения. В итоге, как в центре ядра, так и на его поверхности, соответственно и в отшошении относительно тяжелых и легких элементов, могут формироваться / образовываться изотопы и элементы значительной части таблицы Менделеева. Далее / одновременно, такие атомы и элементы способны вступать в химические реакции над поверхностью ядра и образовывать сложные химические элементы; см. (http://terran-ru.livejournal.com/114807.html)}.

Удар астероида или мощное землетрясение могут инициировать локальный / глобальный взрыв, в результате которого в активном / сейсмически-активном слоях или в волне уровня реализуется механизм гетерогенной ядерной детонации. Однако, переход активного слоя в сверхкритическое состояние возможен и при падении ударной волны на твердое ядро планеты, – или, наоборот, при выходе ее из ядра «как на поршне». Описанное, известно, ведет к увеличению относительной концентрации делящихся веществ на несколько десятков процентов и объясняется скоростной неравновесностью

ударной волны в гетерогенных средах, содержащих существенную часть реакционно-способных осевших актиноидов. Подобными схемами ядерных взрывов, считают, возможно объяснение таких явлений, как: появление пояса астероидов, отдельных астероидов, являющихся фрагментами разрушенных планет, пылеледяных комет (остатков водяных / ледяных оболочек планет), выбросов спутников планет; образование колец у Сатурна и других Больших планет; формирование необычных характеристик некоторых планет и изотопных аномалий в небесных телах, и др. [187].

Затуханию реакции способствуют как возникающие в ядре тепловые конвективные потоки (вследствии начавшегося тепловыделения), способные разуплотнить слой и замедлить реакцию, так и накопление осколков деления с последующим самоочищением активного слоя. Оседанию активных частиц способствует всплытие / (вынос) более легких шлаков, постоянное удаление которых, вероятно, периодически сопровождалось повторяющимися катастрофическими событиями с последующим формированием квазистационарной реакции. В итоге, предполагают установление саморегулируемого процесса балансирования, когда с одной стороны функционирует фактор обеднения делящимися изотопами («выгорания» из-за альфа-распада и реакции деления), а с другой – воспроизводства делящихся нуклидов-«самоподпитки», служащих, в свою очередь, новой порцией топлива для (цепной) ядерной реакции деления [187].

В предполагаемой реакции деления на быстрых нейтронах происходят ядерные превращения, когда некоторая доля изотопа урана ^{238}U постоянно, и как бы с принудительным созданием очага реакции самораспространяющейся волны нейтронного деления, превращается в изотоп плутония ^{239}Pu в последующих слоях урана, улавливающих нейтроны, вылетающие из зоны реакции. Причем важным в рассматриваемых условиях оказывается способность плутония поддерживать процесс альфа-распада с последующим превращением его в уран ^{235}U. Тогда ядерные цепочки воспроизводства изотопов позволяют реакции деления продолжаться много дольше, чем реакция деления только урана ^{235}U. В модельных экспериментах подсчитано [187], что поскольку при делении выделяется ~200 МэВ, а во всей цепочке альфа-распадов ~50 МэВ, то это означает, что за почти четыре миллиарда лет суммарное выделение энергии оказывается в ~2-4 раза большим, чем только при альфа-распаде. Регуляция, в целом, зависит от мощности каждой компоненты при установления «правильного» соотношения между процессами обеднения (включая выгорание урана ^{235}U ниже критического уровня) и воспроизводства изотопа(ов). Таким образом, в.н воспроизводство (сопровождаемое

альфа-распадом) может компенсировать обеднение быстро выгорающего топлива. В модельных экспериментах расчет зависимости коэффициента эффективности размножения нейтронов (K_{eff}) от уровней мощности ядерных реакций, возможно цепных (четыре варианта мощности: $0•10^{-5}$ Вт/см^3; $0,7•10^{-5}$ Вт/см^3; $1,6•10^{-5}$ Вт/см^3 и $5,0•10^{-5}$ Вт/см^3), обнаружил удовлетворительную величину эффективности для поддержания реакции до настоящего времени только в одном случае (при мощности в $1,6•10^{-5}$ Вт/см^3). В остальных случаях такая реакция деления заканчивалась, соответственно, через 1,1 и 2,7 миллиарда лет. В зависимости от вида распада, в данном исследовании применялись детекторы альфа-, бета-частиц и электронных нейтрино и антинейтрино [187, 189].

Цепные реакции деления, ассоциированые с существенно большим тепловыделением недрами Земли, – и по сравнению с таковым в случае естественного радиоактивного распада и тектонической активностью, – могли играть и, вероятно, играют, существенную роль в эволюции Земли и Солнечной системы в целом; (*зд*. рассматривались уран и торий; причем данный расчет не учитывал вероятную роль тория, которого в ~4 раза больше урана). Работа «природных ядерных реакторов» могла бы способствовать объяснению многих глобальных процессов, явлений и феноменов на Земле. К ним относятся, по крайней мере, следующие:

а) начавшееся очередное потепление;

б) смена магнитных полюсов Земли {не столько благодаря магнитным материалам внутреннего ядра самим по себе, т.к. ферромагнитные свойства железа пропадают при температурах выше точки Кюри (~770º Цельсия), сколько вследствии изменения направления течений / движения во внешнем электропроводящем ядре, когда создавались специфические интегративно-стабильные природные режимы относительно медленно протекающих ядерных реакций с последующим вылетом частиц / атомов, в том числе заряженных (и вместе с потоками ядерной плазмы, образующими мощные вихревые потоки и ЭМП), на в.н. периферию}. Такие естественно протекающие режимы, считается, схожи с соответствующими аналогично протекающими технологическими режимами. Причем плотность магнитного поля в ядре Земли является многократно превышающей таковую на ее поверхности. Последней, впрочем, «и совместно с таковой для магнитного поля Солнца», достаточно для защиты планеты от опасных космических лучей, способных в течение нескольких секунд уничтожить всю биологическую жизнь. Кроме того, в.н. процессы, суммарно, протекают как взаимозависимые от соотношения / движения

(прецессии) трех осей, – вращения ядра Земли, соединения манитных полюсов Земли и вращения самой Земли;

в) природа землетрясений и уточнение возможного перечня причин их вызывающих;

г) феномены происхождения Луны (после взрыва в ядре Земли) и формирования характерных особенностей строения Земли (несимметричности земной коры и образования Суперконтинента вследствии однонаправленности выброса после взрыва и явления изостазии, т.е. выравнивания поверхности с минимальной потенциальной энергией);

д) формировние угла наклона земной оси к плоскости ее орбиты и режима смены сезонов;

е) вероятный вынос токсичной / тяжелой атмосферы (с парами кислот, подобными таковым у Венеры) и формирование вторичной легкой / современной атмосферы (благоприятной для появления жизни).

Нельзя исключить, что перечисленные события являются связанными, в том числе, в.н. явлением смены режимов и интенсивной работы природных реакторов в ядре Земли. Таким образом, можно заключить, что для активного слоя, вероятно функционирующего и до настоящего времени, в данном подразделе предложено несколько взаимодополняющих, но качественно различных режимов ядерных цепных реакций: а) квазистационарного горения с воспроизводством делящихся изотопов (когда оседанию активных частиц способствует всплытие / вынос более легких и постоянно удаляемых шлаков); б) движения нейтронной (нейтронно-делительной) волны; в) гетерогенной ядерной детонации в реакциях деления; г) цепной реакции в активном слое, вызванной гравитационной волной; д) локального или глобального взрыва (инициированного ударом астероида). Более подробно данный аспект освещен в работах [187, 188].

Возможная связь с изотопией

Еще пример. В отношении вероятной естественной востребованности подобных процессов, и с другой стороны, интересно, например, что процесс нормального онтогенеза многоклеточных эукариот (*зд*. у некоторых животных, – тлей, планктонных ракообразных дафний, лягушек; и растений, – *Arabidopsis Thaliana* семейства капустных, водорослей хлорелл; др.), заканчивающийся не просто появлением жизнеспособных, но именно плодовитых особей / организмов, оказался, согласно представленным результатам [111,

124], плотно / (облигатно) связанным, в частности, с явлением изотопии (*зд*. по углероду ^{13}C / ^{12}C). В свою очередь, на формирование изотопии, ранее, могли влиять колебания как буферной стабильности органического / неорганического углеродов в разные эпохи становления жизненых форм, так и, возможно, но не обязательно, гравитационной нестабильности (и с учетом восьмипроцентной разницы масс между изотопами ^{12}C и ^{13}C), вызванной, в частности, изменением / (увеличением) расстояния между Луной и Землей после первых двух миллиардов лет их одновременного существования.

В эксперименте феномен изотопии оказался порог-чувствительным и к слабым магнитным полям. Этот феномен, будучи одним из ряда канализирующих физико-химические явления в различных компартментах цитоплазмы клетки растущего организма, длится только на ранних стадиях эмбриогенеза, до растворения мембраны яйцеклетки, в условиях наибольшей ее изоляции (относительной замкнутости системы). При этом «тяжелый» углерод ^{13}C содержит дополнительный седьмой нейтрон и, в отличие от ^{12}C, имеет спин ½ (а не 0) и отрицательную, а не положительную чётность (интересно, что различия по спину и по чётности здесь фиксированы на фоне различий изотопов ^{13}C и ^{12}C только по массе). Согласно проведенному анализу (рабочей гипотезе), на первых стадиях деления яйцеклетки ^{13}C включается в обе нити ДНК относительно мало, т.е. накапливается в цитоплазме делящихся клеток. Затем, на более поздних стадиях (см. ниже), ^{13}C включается повышенно (возможно, сначала не одинакого в лидирующую и отстающую нити ДНК [8]), – определяя, тем самым, наиболее важные для последующей дифференцировки клеток события [111, 124].

Показано, что без достаточных концентраций / количеств изотопа «горячего» углерода ^{13}C в атмосфере / пище, в организме:

а) не протекал нормально эмбриогенез (на стадиях бластоцисты-гаструлы);

б) не устанавливались необходимые «правильно-асимметричные» соотношение ^{13}C / ^{12}C и скорость / интенсивность их включения, в основном, в нуклеотидные последовательности CpG-островков (на каждые ~1000 пар нуклеотидов и более), включая, прежде всего, широко распространенные и пунктуирующие геном повторяющиеся последовательности одной / двух нитей ДНК в наиболее уязвимых стадиях морфогенеза, – образования энто- / эктодермы в период между последними двумя стадиями деления дробления бластомеров и ранней гаструлой;

в) нарушался характер метилирования ДНК (показано, по крайней мере, у растений, моллюсков и позвоночных);

г) угнетался фотосинтез у водорослей.

В этих условиях (без ^{13}C, или при ^{13}C / ^{12}C-соотношении ≈1:99 и меньшем) часть новорожденных особей / организмов была жизнеспособной, но не поддерживала размножение («семена растений не прорастали, яйцеклетки животных не развивались»). Хотя, при возврате через три недели к ^{13}C-содержащей пище / среде, включавшей одновременно и ^{12}C, этот параметр восстанавливался. При полном отсутствии здесь «холодного» ^{12}C восстановления также не происходило. У другой части потомство абортировало или было недоразвитым. В третьей части (касалось насекомых), – особи отказывались от еды и умирали [111, 124].

Предполагают, что в данном случае зависимость нормального протекания важных стадий эмбриогенеза / морфогенеза от изотопии (*зд*. оптимального соотношения пороговых ^{13}C / ^{12}C-значений) объясняется, в том числе, спин-опосредованным когерентным взаимодействием разбросанных с определенной частотой по геному ^{13}C-содержащих нуклеотидов, средняя плотность распределения которых позволяет вступать в синхронизирующее различные участки генома спин-спиновое микроскопическое взаимодействие (макроскопическое взаимодействие объектов находится в процессе изучения). Возможно этому, одновременно и неоднократно, предшествовал процесс накопления и распределения по геному как нужной концентрации / частоты ^{13}C в в.н. повторах (присутствующих в кодирущей, но превалирующих в некодирующей части генома), так и самих ^{13}C-CpG-повторов и ^{13}C-CpG-содержащих кодирующих / некодирующих гены фрагментов за период в сотни миллионов лет эволюционного формирования более сложно организованных эукариот (в эпоху до т.н. «Кембрийского взрыва»). Предложенный здесь материал (детализация имеется в [111, 124]) указывает на то, что потенциальная возможность существования процессов регуляции присутствия и / или воспроизведения некоторых ограниченных количеств (концентраций) тех или иных изотопов с участием клеток, – не равна нулю.

{{*Коммент. авт.* (выводы): заметим, не исключено, что не только процессы наращивания размеров генома эукариот, – в основном за счет включения / распределения по нему различного рода повторов (простых, прямых / инвертированных, мини- / микросателлит-подобных, и т.д. и т.д. – т.е. более сложных и сложносоставных), – но и сам момент включения ^{13}C-нуклеотидов в первые одиночные короткие CpG- и другие более сложноорганизованные повторы может быть ассоциирован с гипотетическими вПОТ / ВНП-передача механизмами. Их продуктами являются, в частности,

олигонуклеотидные эквиваленты эпитопа (свободные олиго-НЭ) и олиго-НЭ-содержащие протяженные вектор-подобные нуклеиновые последовательности, ВНП. Такие продукты могут быть ассоциированными также и с частицами типа экзосом (и др.) [1-22, 99, 202]. Кроме того, вопрос изотопии, т.е. соотношения тех или иных атомов изотопов в биосфере и в целых / частях биосистем, является связанным, во-первых, с естественным длительным или относительно быстрым процессом их распада, и, во-вторых, с не равной нулю вероятностью регуляции такого процесса самими биосистемами; см. ниже}}.

Возможная эпизодическая связь с виртуальными частицами и процессами

"Переходы тел в свет и света в тела подчиняются законам Природы, которая, кажется, забавляется этими превращениями" (Исаак Ньютон, 1704)

В этом же ряду вероятных, но пока недоисследованных даже в «биокосной» природе событий, могут стоять и процессы, ассоциированные с т.н. виртуальными состояниями таких частиц, как: фотон (поляризуемый здесь по всем четырем возможным, а не только по двум поперечным состояниям, как в случае реального фотона [115]), кварк, и др. Такая виртуальность является условной, т.к. она не всегда востребована и может касаться как протекающих реальных, так и истинно виртуальных процессов. Для этих процессов, обычно связанных с применением высоких энергий, во-первых, характерно нарушение (по крайней мере, кажущееся) стандартной связи между энергией и импульсом / массой [114]. Во-вторых, и в то же время, эти частицы обладают почти всеми квантовыми числами, присущими одной из реальных элементарных частиц, – т.е. ограничения здесь состоят в сохранении частицами четности, – т.е. совокупности электрического заряда (если он есть), спина, странности, барионного / лептонного чисел и других квантовых характеристик [114].

В квантовой теории поля, и согласно принципам корпускулярно-волнового дуализма и близкодействия, виртуальные частицы поглощаются / распадаются на реальные частицы и являются сердцевиной процесса взаимодействия при обмене такими квантами. Эти частицы могут возникать не только при обмене между реальными частицами, но и в процессе поглощения одной реальной частицы другой такой же. При поглощении реального фотона реальным электроном образуется виртуальный электрон, распадающийся далее на реальные электрон и фотон, имеющие уже другие направление

движения и энергию (выборочные характеристики некоторых элементраных частиц приведены в Приложении-глоссарий 3) [114]. {{*Коммент. авт*. (выводы): это может служить «почвой» дополнительных путей преобразований частиц и состоящих из них атомов и молекул. До какой степени это может, и может ли, касаться объектов живой природы – необходимо разбираться}}. Квантовая теория поля (КТП) изучает поведение квантовых систем с бесконечно большим числом степеней свободы квантовых / квантованных полей, которые можно представить в виде бесконечного множества пóлевых гармонических осцилляторов, – в отличие от квантовой электродинамики (КЭД), свободной от бесконечностей (за счет чего в КЭД стали возможны расчёты, в дальнейшем подтвержденые экспериментально). Теоретические основы КТП направлены на описание микрочастиц, их взаимодействий и превращений [166]. На КТП базируются некоторые дисциплины и виды физики: высоких энергий, элементарных частиц и конденсированного состояния (включая фазовые состояния / переходы) вещества.

Стандартная модель (СМ) КТП (с дополнительной массой нейтрино) подтверждена экспериментально и способна описать / предсказать поведение элементарных частиц при высоких энергиях (существенно превышающих энергию покоя). Математический аппарат КТП связан с гильбертовым и «новым» гильбертовым пространствами состояний поля (упрощенно), т.е. с процедурой «вторичного квантования» полей и действующей в нём операторнозначной обобщённой функции преобразованных (после свёртки с основной функцией) полевых операторов описания множеств возбужденных состояний квантового поля (и в т.н. фоковском пространстве, вакуумный вектор которого порождает одночастичные возбуждения квантового поля). Такая процедура включает, в том числе и например, преобразования лангранжианов свободного спинорного поля Дирака, калибровочного (электромагнитного) поля, лагранжиан взаимодействия этих полей и другие преобразования. В то же время неуничтожимые элементарные объекты квантовой механики здесь отсутствуют (хотя в.н. методом можно ввести калибровочно инвариантный лагранжиан комплексного скалярного поля, – лагранжиан скалярной КЭД) [166, 168]. Ключевой момент построения квантовой теории ассоциирован с пониманием явления т.н. перенормировки в вакууме или во внешних полях (и касается т.н. «бегущих» массы, заряда, др.), – т.е. ренормализации изменяющихся исходных внешних параметров до соответствующих текущих значений, – причем не в одной, а в огромном множестве точек, в каждой из которых она уже другая (т.е. взаимодействие в принципе не является точечным процессом).

Это достигается процедурой уточнения лагранжиана взаимодействия и посредством введения в лагранжиан дополнительных членов / контрчленов, регуляризованных специальными константами. Такое взаимодействие: а) не ведет к неограниченному набору расходимостей (ультрафиолетовых, инфракрасных, др.); все промежуточные вычисления становятся конечными (т.к. регуляризационный параметр, и согласно методу, устремляют к нулю, а ответ при этом стремится к конечному значению); б) соответстует: изменению начальных / (затравочных) лагранжианов, отсутствию сингулярностей и совпадению с наблюдаемой теорией; в) позволяет теории приобрести замкнутый вид, пригодный для предсказаний явлений. Причем в.н. константы эволюционируют с изменением масштаба взаимодействия. В квантовой теории любая частица существует за счёт какого-либо взаимодействия и непрерывно испускает / поглощает виртуальные частицы (в частности, кванты-переносчики этого взаимодействия). Исходная частица находится в постоянном взаимодействии с т.н. нулевыми колебаниями других полей. Самодействие частицы состоит во взаимодействии с порожденным ею же полем, – что ведет к изменению динамических характеристик частицы и объясняет возникновение трения между заряженными частицами и испускание ими излучения [166, 167, 168].

Наличие античастиц, – и при применении дифференциальных уравнений первого порядка (с антикоммутативными линейными коэффициентами) и гамильтониана Дирака (но с использованием т.н. квадроразмерных матриц, т.е. четырёхкомпонентной «волновой функции», биспинора, в уравнении, аналогичном уравнению Шрёдингера), – оказалось следствием релятивистского соотношения между импульсом и энергией. Последняя (*зд*.) имела решения с отрицательными значениями, в многочастичных непрерывных системах (в том числе с переменным числом частиц), основанных на операторах рождения и уничтожения частиц. Выше названная функция может быть вещественной, комплексной скалярной (псевдоскалярной), векторной, спинорной или иной функцией. Последняя, первоначально выраженная через гамильтониан, в квантовой теории поля, и в конечном итоге, выражается также через соответствующие операторы рождения и уничтожения квантов полей. Преобразования координат и / или полевых функций, относительно которых инвариантны уравнения движения, называют симметриями (различают глобальные / локальные и дискретные / непрерывные их виды: например, локальные симметрии характеризуют фазовые, а глобальные – комплексные поля преобразований). Группа преобразований является непрерывной (топологической), когда в ней задана топология, относительно которой групповые операции непрерывны. Однако, в КТП

обычно используется более узкий класс групп с использованием не только топологии, но и структуры дифференцируемого многообразия (элементами таких групп являются дифференцируемые голоморфные или аналитические функции конечного числа параметров) [166].

Виртуальные частицы и процессы занимают центральное место в квантовой теории поля. Их описание упрощается предварительным составлением правил рождения, уничтожения и распространения виртуальных частиц, а также графическим изображением процесса (правил и диаграмм Фейнмана). Соответственно, большинство, если не все фундаментальные физические взаимодействия и превращения сопровождаются обменом, рождением и поглощением виртуальных частиц свободными реальными частицами. Так, например, электромагнитное взаимодействие связанных электрона и протона в атоме водорода заключается в обмене виртуальными фотонами между элементарными частицами. В этом случае виртуальные фотоны переносят импульс, а не энергию (закон сохранения энергии соблюдается, но с некоторой / кажущейся погрешностью; свободный же электрон не испускает и не поглощает фотон). Из-за этого такие фотоны не могут быть зарегистрированы классическими измерительными приборами. {{Коммент. авт. (выводы): здесь, не исключено, пролегает одна из граней, разделяющих понятия «фотонный фейерверк», касающаяся реально излучаемых (био)фотонов, и «скрытый фотонный фейерверк», касающаяся не излучаемых реальных и виртуальных фотонов в некоторых системах / биосистемах (и применительно к контексту предлагаемой гипотетической концепции существования вПОТ / ВНП-передача механизмов). Понятие «фотоны» применяются здесь в расширительном смысле, т.е. в отношении квантов целого ЭМ-диапазона}}. Это чрезвычайно распространенные процессы, касающиеся, не исключено, как «живой» природы (пока не доказано, и здесь требуется время), так и «неживой» природы. В последнем случае это касается, например, электрических трансформаторов (включая бытовые), когда в передаче энергии участвуют высокоимпульсные виртуальные фотоны (электромагнитный шум), длина волны которых соответствует размеру зазора между обмотками приборов (для сравнения: в случае тока промышленной частоты, 50 герц, длина радиоволны составляет ~6000 км) [114]. Кроме того, данное явление связано с соотношением неопределённостей в квантовой механике при обмене элементарных частиц виртуальным квантом поля с массой (m), согласно которому длящееся конечный промежуток времени событие, т.е. время жизни виртуального состояния (а также

связанное с ним пройденное квантом расстояние, $r \approx v\Delta t$), не позволяют определить энергию с точностью выше некоторого предела.

Виртуально-промежуточные частицы энергию «берут взаймы», – и переносят ее между реальными частицами за очень небольшое (порядка ~10^{-24} сек) время. Вообще говоря, и в некотором смысле, каждый реальный фотон при длительном наблюдении оказывается виртуальным, т.к. где-нибудь поблизости, – или далеко во Вселенной, – он все равно поглотится. И важно, что своими импульсом / энергией взаимодействовать он может не только с отрицательно заряженным электроном, как это обычно отмечается в исследованиях в химии и биохимии, но и со многими другими элементарными реальными / виртуальными частицами [114], – по крайней мере, в порядке минимального электромагнитного взаимодействия [115]. Виртуальную часть мира традиционно считают существующей «где-то рядом» с веществом. Хотя существует подход, согласно которому, – это необходимый структурный компонент начиная с уровня элементарных частиц, атомов и молекул любого вещества (одушевленной, неодушевленной, биокосной материи). И это соответствует теории квазикристаллического вакуума, которая несет и предположительные / дискуссионные моменты, но распространяется и на биологические объекты [203].

Согласно расчетам расстояние между виртуально взаимодействующими частицами не превышает комптоновскую длину волны кванта-переносчика взаимодействия. У электромагнитного и гравитационного полей, кванты-переносчики которых имеют нулевую массу покоя, комптоновская длина волны ограничений не имеет, и радиусы ее действия бесконечно большие. А у полей сильного и слабого взаимодействий переносчики имеют не нулевую массу покоя, и радиусы их действия ограничены (соответсвенно, не более 10^{-13} и 10^{-16} см). При отсутствии сильного внешнего поля реальные и виртуально-реальные частицы разделимы, – в то время как это разделение не однозначно при пространственно-временных условиях с сильным внешним полем. Скорость и масса виртуальных частиц, и согласно с современными подходами / расчетами, оказываются, соответственно, бесконечно большой и мнимой величинами (т.е. физический смысл здесь отсутствует или не определен). Виртуальность частицы характеризуется релятивистски-инвариантной величиной ($Q^2 = E^2 – p^2c^2 – m^2c^4$), где E – энергия, m – масса, c – скорость света в вакууме, а p – импульс. Причем, чем больше степень виртуальности частицы, тем более быстро и на более близком расстоянии протекает данный процесс. Виртуальные частицы описываются пространственно-

подобным вектором энергии-импульса, а также массовой поверхностью и массовой оболочкой частицы в области значений E и p, при которых виртуальность равна нулю. Эти частицы не делят на частицы и античастицы, т.к. в разных системах отсчета этот процесс одновременно может быть как испусканием виртуальной частицы, так и поглощением виртуальной античастицы [114].

Изучение широкого спектра реакций, – от взаимодействия реальных или квазиреальных фотонов (т.е. фоторождения, напоминающего в большей степени адрон-адронное взаимодействие, относимое к категории «мягких» процессов), – и до глубоко неупругого взаимодействия фотонов, имеющих высокую степень виртуальности, – производят, в частности, на ep-коллайдере HERA. Это происходит при оценке результатов столкновения электронов с протонами путем обмена фотонами (фактически, взаимодействия фотонов с протонами), – т.е. в реакциях переходной области между т.н. «мягкими» и «жесткими» процессами. {Электрон-протонный ускорительный комплекс HERA (Hadron-Electron Ring Accelerator), – уникальный ускоритель-накопитель встречных пучков электронов и протонов с энергиями Ee=27.6 ГеВ и Ep=820 ГеВ, соответственно} [116]. Более того, отбирая события связанные с рассеянными на большой угол электронами появляется возможность изучать взаимодействие виртуальных фотонов. Это рассматривается как жесткий процесс поглощения фотонов точечными объектами внутри материи, – т.н. партонами, отождествляемыми с составляющими адроны кварками и глюонами (см. ниже). Согласно современным представлениям, такие кварки / глюоны являются частицами, способными находиться в виртуальных состояниях. Названные выше «мягкие» процессы характеризуются (i) медленным ростом полного сечения (области) взаимодействия при увеличении энергии и (ii) существенной долей диффракционных реакций. Исторически они остаются областью применения феноменологических моделей. Степень виртуальности фотонов, – единственный формальный параметр разделения в.н. «мягких» и «жестких» процессов, – хотя нет четкой границы между фоторождением и глубоко-неупругим процессом. {Это оценивалось (*зд*.) по результатам измерения: а) полных / парциальных сечений взаимодействия фотона с протоном при одной и той же энергии их взаимодействия; б) плотности потока поперечной энергии и заряженных частиц и распределений поперечного импульса заряженных частиц в событиях фотон-протонного взаимодействия при различных значениях виртуальности фотонов. Причем процесс фоторождения заряженных частиц в области взаимодействия (*зд*. парциального сечения) с большим поперечным импульсом, и будучи функцией энергии взаимодействия,

обнаружил близкое сходство с поведением полного сечения взаимодействий виртуальных фотонов}. А в широком интервале величин наблюдают также проявление свойств, присущих одновременно обоим процессам, описываемым на языке разных моделей. В ряде случаев фотон рассматривается в качестве условно точечной частицы. Это в значительной мере упрощает полную картину взаимодействия.

При описании взаимодействия фотона с материей, и в отстутствии полной теории, описывающей явление, применяют концепцию, приписывающую фотону внутренюю структуру. С появлением квантовой электродинамики (КЭД) фотон рассматривался как точечная частица, – это позволило успешно предсказать спектральные линии, фотоэффект и рождение позитрон-электронной (e^+ / e^-)-пары в кулоновском поле для фотонов с более выскими энергиями. Однако (упрощенно), в практике часто ипользовали представление о фотоне, как о частице, связанной с «примесью» позитрон / электронных пар, когда излучение электроном радиационного фотона происходит еще до момента взаимодействия (в этом случае завышение значений энергий взаимодействующего фотона с протонным пучком восстанавливают измерением кинематических свойств адронной системы с поправкой на вторичные адроны). И процесс рождения таких пар служил первым примером проявления внутренней структуры фотона [116]. Вероятность образования в.н. позитрон-электронной пары (dW) в тонком слое вещества пропорциональна толщине его слоя (dx), числу атомов (n) в 1 $см^3$ и коэффициенту пропорциональности / поперечного-сечения (s) конкретной реакции [118]. Далее следовали опыты по фоторождению частиц (*зд*. пи-мезонов, которые, как и барионы, т.е. нуклоны / гипероны, являются адронами). В описании конкретного явления фотон рассматривался точечной частицей, «зондирующей» распределение плотности электрического заряда в адронах и переводящей адроны (составные частицы) в возбужденное состояние с последующей диссоциацией. Тогда выходит, что в атомной физике, и при фоторождении, результат взаимодействия определяется, в основном, свойствами мишени.

С увеличением энергии налетающего фотона обнаружилось удивительное сходство свойств событий фоторождения со свойствами адрон-адронных реакций, – что легло в основу представлений о фотоне как о сложном (сложносоставном) физическом объекте с адроноподобной внутренней структурой (адроны состоят из кварков / лептонов, являющихся фундаментальными частицами вещества, т.е. фермионами, и мезонов – частиц взаимодействия, т.е. бозонов). Хотя, затем, появились трудности в объяснения

данных по глубокому неупругому рассеянию (скейлингу) электронов, преодоленные далее в рамках в.н. кварк-партонной модели с помощью пертурбативной квантовой хромодинамики (пКХД) [116] (КХД см. ниже). {В этой модели: скейлинг соответствовал рассеянию адронов на лептонах и других адронах; «разнородно-разноскоростные» партоны не взаимодействовали между собой, но составляли малую часть общего поперечного импульса и отождествлялись с кварками и глюонами, компонентами адронов. Сама модель являлась хорошим приближением определения сечения / области-взаимодействия в «облаке» в.н. когерентных частиц адронов при высоких энергиях (т.е. адронизации партонов с вероятным последующим «подсосом» недостащих для этого процесса партонов из окружающей-среды / вакуума) [146]}. Виртуальные фотоны проявляли адрон-подобные свойства (*зд*. сложносоставных структур) подобно тому, как реальные фотоны обнаруживали это в реакции фоторождения. Похоже, многие свойства взаимодействия фотонов высоких энергий с материей имеют универсальный характер, и либо полностью не зависят, либо описываются простой медленно меняющейся в.н. функцией степени их виртуальности (Q^2). Так, на коллайдере HERA, и при высокоэнергетическом фотон-протонном взаимодействии, удалось (впервые) зарегистрировать рождение адронных струй с большой поперечной энергией. В дальнейшем это может обеспечить основу построения универсальной картины сильного взаимодействия частиц высокой энергии [116].

Адронные струи могут рождаться при лобовом столкновении электронов и позитронов (e^- / e^+)-пары с одинаковой и высокой энергией; суммарный импульс здесь будет нулевым, – также как и у рожденной кварк / антикварковой пары (q^+ / q^-). Члены этой пары будут разлетаться в диаметрально противоположных направлениях с одинаковыми скоростями, «извлекать из вакуума» другие кварки и превращаться в заряд-бесцветные адроны. В итоге образуются две компактные группы адронов, летящие в противоположных направлениях, – т.н. адронные струи (совокупность адронов, летящих в одном направлении), группирующиеся вокруг направления вылета первичного кварка за счет уменьшения среднего угла раствора и увеличения энергии струи {показано на установках SLAC (США) и PETRA (Германия)}; допускается, что в эксперименте вести себя как кварк-адронные струи могут также и глюоны [117].

Виртуальный фотон может рождаться в результате аннигиляции позитрона и электрона (e^+ / e^-) при электромагнитном взаимодействии (в том числе, в т.н. накопительных кольцах, где потоки электронов и позитронов вращаются в

противоположных направлениях внутри тороидальной вакуумной камеры [155]). В свою очередь, и однако, он способен участвовать в порождении любой частицы, энергия образования которой будет меньше или равной сумме энергий электрона и позитрона. В частности, в результате (e^+ / e^-)-аннигиляции могут рождаться (μ^+ / μ^-)-пары мюонов (их сначала относили к мезонам), которые, вместе с электронами, тау-лептоном и нейтрино классифицируется как лептонная часть семейства фермионов, − и кварк-антикварковая (q^+ / q^-)-пара [117]. При рождении адронов в результате (e^+ / e^-)-аннигиляции сначала образуется виртуальный фотон, а затем в.н. кварк-антикварковая пара. Образовавшаяся (q^+ / q^-)-пара имеет ту же энергию, что и сталкивающиеся лептоны (соблюдаются законы сохранения энергии / импульса). Далее наступает процесс т.н. «адронизации кварков» (образования кварк-глюонной плазмы, состоящей из кварков / антикварков и глюонов). Кварки, – «цветные» объекты, они не могут существовать в свободном состоянии. И следует череда реакций: например, если первоначально образуется пара (c^+ / c^-)-кварков, то (c^+)-кварк может «подхватить» из вакуума (d^-)-кварк и образовать (D^+)-мезон, а (c^-)-кварк, и с аналогичным приобретением (d^+)-кварка, образует (D^-)-мезон. Пара (e^+ / e^-), с кинетической энергией E, аннигилирует в частицы с энергией покоя $E_{пок} \leq E$. Так, например, взаимодействие встречных пучков электронов и позитронов ведет к образованию (предпочтительному при любой энергии) как γ-квантов, так и мюонных- (μ^+ / μ^-) и мезонных-{(π^+ / π^-) / (p^+ / p^-)} пар при более высоких энергиях. Аннигиляция, при слабом β-взаимодействии, к образованию нейтрино может вести «редко», а при потере звездой энергии в ходе её эволюции, − «в основном» [117].

При энергиях, меньших чем 200 ГэВ, аннигиляция (e^+ / e^-)-пары приводит к образованию большого числа резонансных состояний, характеризуемых энергией и шириной, независимых от способа возбуждения этого резонанса. Каждый отслеживаемый резонанс свидетельствует о возможности превращения виртуального фотона в соответствующую этому резонансу и размещенную в своеобразных узлах диаграммы частицу (типа «фотон / ρ-мезон», «фотон / ω-мезон», «фотон / ψ-мезон»). В основом в узлах такого типа может происходить взаимодействие реальных и виртуальных фотонов с адронами (и при энергиях в несколько сот МэВ). Часть времени фотон проводит в состоянии одного из векторных мезонов и имеет массу, близкую к таковой для соответствующего мезона. А наличие мезон / электрон-позитронного канала распада ($\rho \rightarrow e^+ + e^-$) свидетельствут о возможном превращении в эксперименте ρ-мезона в γ-квант. Кратковременное участие ρ-мезона в сильных взаимодействиях, и вместо ЭМП-

зависимого участия фотона, позволяет ему за тот же период времени сделать это с бо̀льшей вероятностью. Причем поглощение фотонов (*зд*.) происходит на поверхности ядра (работает т.н. принцип векторной доминантности), а не во всем его объёме, как в случае действия γ-квантов [117]. Т.н. быстрый ЭМ-распад характерен, например, для J / ψ-резонанса {с истинной шириной в 91 КэВ; временем жизни $\tau \approx 10^{-20}$ секунды, что почти в ~1000 раз больше такового для известных частиц сходной массы [159]; подобное характерно и для (b^+ / b^-)-резонанса кваркония γ(1S), вид мезона}. А распад в результате сильного взаимодействия соответствует γ(4S)-кварконию с шириной резонанса в ~20 МэВ и временем жизни $\tau \approx 10^{-23}$ секунды [117].

За распад построенных из тяжелых c- и b-кварков восьми кваркониев (чармониев и боттомониев, каждого по четыре) отвечает только сильное взаимодействие. Эти частицы имеют нерелятивистские свойства и касаются [117, 155, 156]:

а) 4-х мезонного семейства чармониев, – частиц со скрытым «очарованием»: $\eta_c(1S)$, J / ψ(1S), ψ(2S) и ψ(3770). Последний, – самый легкий из состояний чармония; распадается на пару D^+D^--мезонов и одно из J / ψ-резонансных состояний. Чармонии имеют фермион-антифермионные пары (c^+ / c^-)-кварков {у позитрония таковыми являются (e^+ / e^-)-пары, имеющие схожие спектроскопию и динамику распадов}; известно более десятка таких мезонов. Чармонии с положительной зарядовой четностью могут рождаться при столкновении двух потенциально виртуальных фотонов ($Q^2 \approx 0$), испускаемых электроном и позитроном под малым углом относительно движения своих импульсов. В ~10% случаев чармоний распадается на фотон и два глюона (все бозоны), рожденных при распаде с противоположными значениями цветного заряда и формирующих связанную систему, нейтральную по цвету. Для изучения множеств чармониеподобных состояний и ассоциированных с ними пороговых состояний и экзотических систем пока не найдено единой / обобщающей и удовлетворительно описывающей их теоретической модели. Эти состояния могут вести к появлению структур с сечениями рождения очарованных мезонов, не обязательно связанных с резонанасами. А силы притяжения при обмене частиц легкими мезонами могут оказаться настолько большими, что связанные состояния таких мезонов могут быть вовсе не ассоциированы с чармонием [117, 155, 156]. Закон сохранения очарования состоит в том, что «чарм» не меняется в сильных, электромагнитных и слабых взаимодействиях ($\Delta c = 0$), но в последних c-кварк также может и меняться на единицу ($\Delta c = 0, \pm 1$), и распадаться, превращаясь преимущественно в

s-кварк и W-бозон, который, в свою очередь, распадается на пару фермионов (f1 / f2); это касается распада D^+ / Λ^+-мезонов [159];

б) а также семейства, состоящего, по крайней мере, из 4-х мезонов-боттомониев, частиц со скрытой «прелестью»: γ(1S), γ(2S), γ(3S) и γ(4S), имеющих (b^+ / b^-)-кварки. Оба типа частиц, вступают во взаимодействие с разными типами кварков и обеспечивают богатый спектр связанных состояний. Пять из в.н. тяжелых частиц {J / ψ(1S), ψ(2S), γ(1S), γ(2S), γ(3S)} распадаются также и при участии ЭМ-взаимодействия. Распады чармония в легкие адроны через аннигиляцию проходят в два-три глюона (но конкурентной может быть электромагнитная аннигиляция). Сильные переходы с испусканием мезона подавлены, но имеются радиационные переходы [117, 155, 156].

Кварконии, как и мезоны, характеризуются: массой (m), полным спином (J), чётностью (P) и зарядовой чётностью (C). Что касается ширины распада, то она не превышает типичных адронных значений в 100 МэВ, – в силу функционирования механизма распада кваркониев предпочтительно адронным путем {т.е. (e^- / e^+)-аннигиляции в кварки и глюоны} и ограничений законов сохранения квантовых чисел. Не малое значение имеют и распады кваркониев на лептонные пары. Однако, электрический и барионный заряды, изотопический спин, странность, очарование и прелесть у кваркониев равны нулю. Массы чармониев и боттомониев, соответственно, составляют ~3-4 ГэВ и ~9,5-11 ГэВ [117]. В ряде случаев для вычисления масс состояний чармониев с помощью решётчатой модели (в том числе анизотропно-решётчатой) с большим числом узлов / ребер, сопоставляемой с экспериментально полученными данными, мощности суперкомпьютеров не хватает. В случае адрочармониев, – чермониеподобного резонанса, распадающегося на мезон / пару-мезонов и определенное состояние чармония, – недостаточно функциональным оказывается современный аппарат расчетов в КХД (микроскопической теории сильного взаимодействия кварков). Жертвовать приходится точностью, – или частью эффектов [156].

Кварконии имеют специфический состав и существенно различаются теоретическими методами описания их самих и свойств лёгких адронов. Допускается применение нерелятивистских характера движения кварков внутри мезона и потенциала взаимодействия между кварками. Состояние связанной системы описывают главным квантовым числом (n), орбитальным моментом (L), спиновым моментом (S) и полным спином (J). А различным сочетаниям n, L, S и J отвечают различные же мезоны (L=S=0 для η-мезонов; L=0, S=1 для ψ- и ϒ-мезонов; L=1, S=1, J=0, 1, 2 – для χj-мезонов). К

кваркониям иногда причисляют также связанное состояние b- и c-кварков, – для B_c-мезона, имеющего, однако, принципиально иной механизм распада [117, 154]. Распад, например, J / ψ-мезона (интерпретируются как связанное состояние «очарованных» кварка / антикварка [152]), – и с его (c^+ / c^-)-парой кварков, – происходит через аннигиляцию или в три глюона (при сильном взаимодействии), – или в один виртуальный фотон (при ЭМ-взаимодействии). Трёхглюонная аннигиляция происходит только на относительно малых расстояниях (порядка ~0,1 фемтометра, т.е. комптоновской длины волны c- и b-кварков, $\sim 0.1 \cdot 10^{-15}$ м), т.к. сильно виртуальный кварк-посредник существует лишь короткий промежуток времени. На аннигиляцию через виртуальный фотон приходится только ~29% всех J / ψ-распадов [117].

На ускорителе KEKB (электрон-позитронный коллайдер) было получено большое количество мезонов: а) стандартных (с кварками q^+ / q^-); б) около 10 экзотических мезонов {на основе сочетанний / комбинации из (b^+ / b^-), (c^+ / c^-), (u^+ / u^-) и кварков / антикварков (d^+ / d^-)} с нейтральными состояниями {с участием пар (c^+ / c^-) и (u^+ / u^-)} и заряженными состояниями {с участием пар (c^+ / c^-) и (d^+ / d^-)}; в) а также π^--мезон и новый экзотический Zb-мезон {на основе (b^+ / b^-) и одной неидентифицированной кварк-антикварковой пары}, распадающийся на π^+- и γ-мезоны {последний затем превращается в мюонную (μ^+ / μ^-)-пару)} [117]. С виртуальными частицами часто связывают, по крайней мере, следующие эффекты:

1) спонтанной эмиссии фотонов от возбуждённых атомов / ядер; последние взаимодействут с флуктуирующей квантовой системой в ее наинизшем по энергии состоянии (с т.н. нулевыми колебаниями ЭМП в вакууме, связанными с существованием принципа неопределённости); это противоречит закону квантовой физики, согласно которому возбужденное состояние является основным точным стационарным состоянием в уравнении Шрёдингера;

2) взаимного притяжении / отталкивания (эффект Казимира) незаряженных немагнитных тел под действием квантовых флуктуаций в вакууме;

3) поляризации вакуума (экранирования заряда виртуальными частицами) с одновременной спонтанной генерацией пары частица-античастица (электрон-позитрон, др.);

4) эффект Комптона (и др.) [114].

Исходно, эффект Комптона ассоциирован: а) с некогерентным рассеянием фотонов, которые не интерферируют ни до, ни после рассеяния (*зд*. на свободных электронах); б)

это сопровождается изменением направления движения (относительно первоначальных) и частоты / длины-волны фотонов (первая падает, вторая растет), часть энергии которых после рассеяния передается электронам (уменьшение энергии фотона здесь соответствует комптоновскому сдвигу). При эффекте обратном комптоновскому, частота света увеличивается при рассеянии на релятивистских электронах, энергия которых выше таковой у фотонов, – и перенос энергии идет в обратном направлении (от электрона к фотону). Таким образом излучают, например: а) галактические источники (воспроизводя рентгеновское излучение), реликтовое фоновое излучение (с рентгеновской составляющей); б) происходит трансформация плазменных волн в высокочастотные электромагнитные волны [169].

Согласно одному представлению, виртуальные частицы, по крайней мере в настоящее время, – в бóльшей степени математическое явление, чем физическая реальность. В квантовой теории поля (КТП) нет точных выражений для процессов взаимодействия реальных частиц с участием виртуальных частиц. Только при упрощении точного выражения в рамках теории возмущений (разложении в ряд по константе взаимодействия) возникает бесконечный набор слагаемых, имеющих вид порождаемых и исчезающих объектов процесса взаимодействия, обладающих квантовыми числами реальных частиц, но распространяющихся в пространстве по закону, отличному от такового для реальных частиц (отсутствует в.н. стандартная связь, не выполняется соотношение специальной теории относительности, СТО, между энергией, импульсом, массой, – и считают, что виртуальные частицы не лежат на массовой поверхности, а отклоняются от нее в соответствии со степенью виртуальности). Понятие о виртуальных частицах возникло в связи не с опытными фактами, а при выведении его из математического аппарата квантовой физики [114].

Представители другой стороны считают, что, несмотря на невозможность наблюдать виртуальные частицы в измерительных приборах напрямую (сегодня), понятия «виртуальные частицы» и «виртуальные процессы» отражают объективно существующие явления природы, и предлагают виртуальные частицы создавать / использовать для воздействия на другие частицы (и наоборот) и превращать их в действительные частицы.

В этом случае виртуальные частицы могут / должны:

(i) превращаться в действительные частицы при сообщении системе, в которой они находятся, некоторой энергии;

(ii) порождать вполне действительные поля (например, ядерное, электромагнитное);

(iii) переносить энергию на макроскопические расстояния, как, например, при работе электрического трансформатора, или при ядерно-магнитном резонансе.

Одновременно, сторонники существования виртуальных частиц предъявляют ряд объяснений и физических доказательств (косвенных, экспериментальных):

а) быстрые электроны не отклонялись бы нуклонами, не будь они окружены виртуальными пионами;

б) спонтанные переходы электронов в атоме с более высокого на более низкий энергетический уровень (включая давно экспериментально наблюдаемый лэмбовский сдвиг энергетических уровней в атоме водорода) трудно объяснимы без привлечения виртуальных фотонов; {{*Коммент. авт.* (выводы): это, можно думать, также один из элементов «скрытого фотонного фейерверка»}};

в) без участия последних трудно объяснимы также и появление реальных фотонов (при ускорении электрона) и реальных электронов / антинейтрино (при распаде одноименных виртуальных пар);

г) поглощение виртуального пиона необходимо для превращения действительного нейтрона в действительный протон;

д) свойства реальных частиц могут быть объяснены присутствием в них виртуальных частиц: например, магнитные моменты нуклонов могут определяться токами виртуальных мезонов; и др.

Таким образом, имеются все основания рассматривать виртуальные частицы не только как логические образы, но и как объекты, существующие которых вполне вероятно / оправдано [114].

Обсудим еще раз представление о реакции превращения фотона (*зд.* прежде всего высоких энергий) в электрон и позитрон в кулоновском поле ядра / электронов {фактически, процесса превращения излучения в вещество (бозона в фермион)} и реально возможных / экспериментальных условиях перехода фотона в виртуальные частицы. Проходя через вещество, фотоны взаимодействуют с его атомами, так что при относительно низких энергиях (меньших ~50 кэВ для атомов с малым атомным числом, т.е. порядковым номером, и меньших ~500 кэВ – с бóльшим числом Z) доминирует фотоэффект, – т.е. выбивание поглощающего фотон электрона из атома и преобразование световых потоков в потоки электронов. Создание высокоинтенсивных лазерных пучков света позволяет наблюдать многофотонную и туннельную ионизации. Рост энергии фотона ведет к уменьшению вероятности его поглощения и усилению рассеяния на

электронах атомов (т.е. комптоновскому эффекту, доминирующему в области энергий от ~ 50 КэВ до ~15 МэВ для атомов с малым Z, – и от ~ 500 КэВ до ~ 5 МэВ для атомов с бóльшим числом Z). И фотоэффект (грубо, «вышибание электрона» при столкновении с фотоном) и комптоновский эффект (смещение длины волны фотона при рассеянии на электроне) подтверждают квантовую природу ЭМ-волн [118]. С дальнейшим ростом энергии фотона вероятность его комптоновского рассеяния в кулоновском поле убывает, и начинает возобладать процесс превращения фотона в электрон и позитрон. Для того, чтобы в системе с центром масс происходило превращение фотона в электрон-позитронную пару без нарушения закона сохранения энергии-импульса, необходимо участие еще одной частицы (ядра или электрона атома вещества), через которую пролетает фотон, отдавая ей часть своего импульса. Кулоновское поле, считают, представляет собой непрерывно излучаемое и поглощаемое ядром облако из фотонов. Такие фотоны виртуальны, излучаются с кажущимся нарушением закона сохранения энергии, но существуют лишь очень сильно ограниченное время (Dt), определяемое квантово-механическим соотношением неопределенностей (Гейзенберга) [118]. Заметим, что нарушение в.н. принципа неопределенности при аннигиляции электронов и позитронов при высоких энергиях (и с последующим рождением кваркония и одиночного фотона), происходит подобно случаю более низкоэнергетического распада позитрония (не сопровождающегося рождением фотона), – системы, образованной электроном и позитроном и напоминающей атом водорода, где вместо протона присутствует много меньший по объему позитрон. Для сохранения одновременно энергии и импульса системы, однако, необходимо временное нарушение принципа неопределенности и образование виртуального фотона, распадающегося далее на две или большее число новых частиц / античастиц (электрон / позитрон, кварк / антикварк, набор адронов) [155].

Появление электрон-позитронной пары, и с определенной степенью вероятности (чисто качественно), связывают с взаимодействием реального фотона, пролетающего на прицельном расстоянии (b) от ядра вещества (Z), с одним или несколькими виртуальными фотонами, – и передачей ядру кинетической энергии отдачи (T). Так, например, если веществом является свинец (Z = 82), то фотон, с энергией 1 ГэВ, пролетит в среднем 7,2 мм до превращения в электрон и позитрон, а в случае алюминия (Z = 13), – значение этой величины составит уже 11,4 см [118]. Электроны и позитроны, (e^+ / e^-)-пара, образуются в рассматриваемой области высоких энергий в основном при значениях в.н. параметра b, – большем боровского, т.е. среднего радиуса экранирования атома {например, для железа (Z

= 26) это расстояние составляет ~1,8•10^{-9} см, которое виртуальный фотон покроет за время (Dt), порядка 6•10^{-20} сек}. В этом случае оказывается, что:

а) энергия виртуальных фотонов (*зд.*) будет много меньше энергии покоя любого ядра и электрона;

б) энергией отдачи ядер и электронов можно пренебречь;

в) распределение энергии фотона между электроном и позитроном не зависит от знака заряда частицы;

г) формула углового распределения электрона и позитрона относительно направления движения фотона имеет сложный вид: электроны и позитроны летят в узком конусе вперед относительно траектории фотона [118].

Если энергия фотона достаточно велика, он может превратиться в другую пару частиц / античастиц {например, в (μ^+ / μ^-)-мюоны, протон / антипротон и т.д.}. Формулы для сечений таких реакций в выражении классического радиуса корректируются заменой значения массы электрона, – на таковое у соответствующих частиц. Поскольку сечения реакций обратно пропорциональны квадрату массы частицы, то, например, для «второй по легкости» частицы, μ-мюона, которая всего в ~210 раз тяжелее электрона, вероятность превращения фотона в (μ^+ / μ^-)-пару в ~40 тысяч раз меньше, чем в (e^+ / e^-)-пару (грубо говоря, вероятность образования из фотона частицы или пары частиц более сложных, чем электрон или позитрон, резко падает с ростом массы ожидаемой частицы). Поэтому, часто, рассмотрение взаимодействий фотонов с веществом сводят, практически, к образованию только электронов и позитронов [118] (что, вообще говоря, является «натяжкой»). Если нарушение закона сохранения энергии происходит за время (Dt), определяемое соотношением неопределенностей, то для летящего в вакууме фотона, не способного превратиться в реальные частицы, оно неустановимо, – и у него сохраняется возможность перехода в виртуальные частицы. Однако, фотон может превратиться только в ту виртуальную частицу, в которой сохранятся те же самые квантовые числа, т.е. четность частицы (ее электрический заряд; момент количества движения, спин; цвет / аромат; барионное число). Этому соответствуют, в частности, пары виртуальных частиц: а) векторных мезонов (относятся к классу сильно взаимодействующих частиц, адронам), – открытых при использовании в эксперименте ускорителей; б) адрон-антиадронов (барионов / мезонов). Выходит, фотоны должны проводить часть времени в состоянии сильно взаимодействующих виртуальных частиц (и с учетом того, что чем выше энергия, тем большими оказываются время жизни и пробег такой виртуальной частицы) [118].

Исследования процессов фоторождения (р)-мезонов на нуклонах (и при использовании пучков фотонов с энергиями в сотни мега-электронвольт) с одной стороны, и более тяжелых мезонов и множественное образование адронов на нуклонах и ядрах (и с применением еще бóльших энергий) с другой стороны, показали, что сечения этих видов процессов фоторождения на нуклонах близки друг к другу. Причем сечение поглощения представляет собой сумму сечений всех реакций фоторождения, которые могут происходить при данной энергии. В этих процессах фотон ведет себя не только как волна, взаимодействующая только с зарядами и токами. Его взаимодействия с заряженным протоном и нейтральным нейтроном должны были бы существенно отличаться. Однако, суммирование в.н. сечений при фоторождении возможно только в случае, если у фотона есть адронная составляющая, ответственная за эти процессы фоторождения: сильные взаимодействия, известно, не зависят от заряда (*зд*. электрического) нуклона [118].

В области энергий выше нескольких гигаэлектронвольт (Гэв) энергетические зависимости сечений поглощения фотонов и адронов нуклонами схожи качественно, но абсолютные величины сечения поглощения фотонов в ~100 раз меньше. Это означает, что вероятность превращения фотона в виртуальный адрон составляет ~1% (т.е. примерно сотую часть времени существования / взаимодействия фотон может пребывать в состоянии виртуального адрона). Кроме того, адроны могут образоваться и при столкновении фотонов с фотонами же виртуальными в кулоновском поле ядра. Хотя сечение последних реакций значительно меньше такового при поглощении фотонов самими ядрами [118].

Повторим уже известное о некоторых ассоциированных с позитроном свойствах и процессах. Экспериментально показано (и теоретически рассчитано), что позитрон, как и электрон, является стабильной и самой легкой частицей, заряженной положительно [119]. Столкновения его с электроном происходят каждую миллионную долю секунды, характеризуют конечную систему с суммарно нулевыми импульсом и зарядом, ведут к аннигиляции пары и образованию двух разлетающихся в противоположных направлениях фотонов (с суммарной энергией 1,02 МэВ: каждый несет по 0,51 МэВ от электрона и позитрона). Эти отдельные γ-фотоны имеют обратные по знаку спины («+1» и «−1»), не имеют заряда, но имеют импульс и момент количества движения. При аннигиляции пары в системе сохраняются четыре основные величины: импульс, момент количества движения, электрический заряд и энергия [119]. В целом, различия / баланс в

распределении электрического заряда для электрон / позитронной пары (*зд.*) конвертируются в таковые для спина.

При обратном процессе, превращении энергии в массу, фотон γ-лучей (*зд.* с энергией не меньшей 1,02 Мэв, – и при определенных условиях) может превратиться в электрон-позитронную пару. Если у фотона бóльшая энергия, то излишки могут быть отданы разлетающимся частицам пары. В случае подобной и также экспериментально показанной аннигиляции протон-антипротонной пары (античастица известна с 1956 года) выделяется гораздо большая энергия. Аналогично, высокоэнергетичное γ-излучение, и при обратном процессе / реакции, превращалось в пару протон-антипротон (показано в 1965 году). Одновременно, это сопровождалось новым явлением: иногда, столкновение протона и антипротона вело к исчезновению электрического заряда и вместо двух заряженных тяжелых частиц возникали две тяжелые незаряженные частицы: нейтрон (вместо протона) и антинейтрон (вместо антипротона). Нуклоны (нейтроны и протоны) и антинуклоны (антинейтроны и антипротоны) принадлежат к барионам (как позитроны и электроны к лептонам). Так как магнитные и электрические свойства частицы противоположны соответствующим свойствам античастицы, то заряженные протон и антипротон отличаются ориентацией / направлением противоположно направленных магнитных полей. Причина не совсем ясна, но предполагают, что протон состоит из областей с положительным и отрицательным зарядом, расположенных несимметрично, что приводит к появлению магнитного поля. Хотя нейтрон не имеет электрического заряда, тем не менее, он имеет связанное с ним магнитное поле, ориентированое иначе, чем таковое у антинейтрона. Масса антинейтрона равна массе нейтрона, а масса антипротона – массе протона, – т.е. антинейтрон несколько тяжелее антипротона (и, следовательно, может в него превратиться). Но тогда распад антинейтрона (заряд которого равен нулю) в антипротон (с зарядом «–1») должен сопровождаться испусканием частицы с положительным зарядом. Такой частицей является позитрон [119].

Возможная «недоучтенная» роль широко распространенных фазовых переходов вещества

Еще одним направлением, вероятно важным в процессах оборота элементарных частиц, включая виртуальные (прежде всего связанные с высокоэнергетическими эффектами), является направление, ассоциированное с атомно-молекулярными

преобразованиями / переходами множества фаз вещества. Вероятность протекания фазопреобразующих процессов в самых различных системах (включая живые) не уменьшается в связи с фактом обнаружения многофазовой организации некоторых веществ / материалов, а, наоборот, увеличивается. Ранее эти процессы были обоснованы «квантовыми теоретиками» (Д.Таулессом, Д.Халдейном и М.Костерлицем, ставшими в 2016 году нобелевскими лауреатами по физике) с применением математических методов, – прежде всего, с помощью теории групп. В этой теории, помимо классических симметрий, также участвуют множество различных не классических «паттернов симметрий», описывающих качественно неидентичные фазовые состояния вещества с участием разновидности порядка топологического типа, – т.н. «паттернов запутанных состояний» (см. Приложение-глоссарий 3). В настоящее время они показаны при экстремально низких (вблизи абсолютного нуля) температурных эффектах в отношении ряда инновационных материалов, находящихся в квантово-конденсированном состоянии: некоторых сверхпроводников, сверхтекучих жидкостей и тонких магнитных пленок. Одновременно, широко исследуются топологические изоляторы и топологические металлы. Разработка топологически чувствительных материалов позволяет надеяться на применение их в электронике, в области сверхпроводников и будущих квантовых компьютеров. Насчитывают не менее полутысячи (>500) фазовых состояний у таких вещества / материи [120-123].

Про топологический порядок (фазовое состояние вещества) говорят, что он:

а) отражает квантово-механический феномен, определяемый свойствами волновой функции, описывающей состояние данной квантово-механической системы;

б) изменяется в соответствии с эволюцией самой волновой функции (т.е. с переходом от относительно более управляемой подсистемы к ее структурно более крупной части, – или даже к целой системе, – наделенных большими управляющими свойствами);

в) описывает формирование сочетаний, – в том числе регулярно изменяющихся (т.е. несущих информационную компоненту) потоков частиц [121].

Даже небольшие (очень тонкие) фрагменты материи включают миллионы атомов. Поведение каждого из них может быть объяснено с помощью методов квантовой физики. Однако, коллективное поведение этих объектов обнаруживает неожиданные свойства и новые коллективные явления в физике конденсированных сред (а также в атомной физике и статистической механике). Топология, раздел математики, изучает свойства вещества,

сохранившиеся после его деформации. Переход между топологическими состояниями оказался квантованным, – т.е. ассоциированным со скачком в смене ограниченного числа фиксированных, а не произвольных значений квантовых характеристик. Топологические переходы принципиально отличаются от обычных фазовых переходов (например, в системе превращения вода → лед). Ведущую роль здесь играют малые вихри, образующие плотные пары в плоском слое (одно- / двумерных структур). При определенной температуре нагревание ведет к резкому взаимоотдалению вихрей и существенному изменению свойств материала. Это соответствует фазе квантовой топологической жидкости, в которой появляются относительно свободно движущиеся электроны проводимости (сопротивления) материала в квантованном сверхтекучем / сверхпроводящем состоянии [122]. {Причем, заметим, электроны сверхпроводимости преодолевают стадию фермион → бозон, формируют комплексы принципиально неотличимых частиц (т.е. теряют способность к восприятию адресного воздействия по отношению к единичной частице) и превращаются в бозоны, к которым неприменимы понятие материальной точки и принцип Паули [203]}.

Описанные переходы являются фазовыми переходами второго рода, для которых скачкообразно изменяются вторые, а не первые производные термодинамических потенциалов по давлению / температуре, изменяющиеся постепенно. При этом, во-первых, не изменяются суммарные энергия и объём системы (но не ее теплоёмкость, сжимаемость и др.). Во-вторых, происходят как изменение симметрии (смещение некоторых типов атомов кристаллической решётки), так и нарушение упорядоченности вещества, количественно характеризуемое т.н. параметром порядка. Последний стремится к нулю с приближением к фазе неупорядоченности (1) и пропорционален средней энергии (эффективному полю) взаимодействующих в системе частиц (2). Например, в случае материала-магнетика, возможно рассмотрение действия на отдельный спин электрона локального магнитного поля, создаваемого соседними спинами (до некоторой степени это применимо и в отношении антиферромагнетиков, бинарных сплавов и систем жидкость-пар). Фазовые переходы второго рода имеют флуктуационную природу и сопровождаются аномальным поведением физических величин, – т.е. неограниченным ростом радиуса их корреляции вблизи точки фазового перехода, связанным с сильно флуктуирующими взаимодействиями в.н. параметра порядка. Поэтому система оказывается неделимой на статистически независимые подсистемы, а флуктуации на всех масштабах, – негауссовыми, характерными, в частности, для сложно-иерархических систем типа

ценозов (включая биоценозы, др.) [123]. Ценозы отличаются (*зд.*) как от строго детерминистских систем (как, например, автомобиль, электростанция, др.), так и вероятностно-статистических гауссовых объектов (например, газа в баллоне). Они являются саморегулируемой негауссовой системой с нежесткими связями, формируемой в условиях внутренних / внешних ограничений по решающему ресурсу, – и на базе некоторой основной идеи (в биоценозе – выживания, в экономике – получения дохода, и т.д.) [201].

Кванты ЭМП (в классической электродинамике, и в КЭД)

На кванты электромагнитного потока распространяются все законы электродинамики, т.к. излучения, как и все электромагнитные волны, имеют полевую структуру и состоят из электрических и магнитных потоков (измеряемых, соответственно, в единицах «кулон» и «вебер»). Эти потоки (поля), – реальные физические объекты, форма материи, обладающая релятивистскими кинетической энергией и массой (не существующими в покое). И тогда, например, радиоволны, – это волны кинетической энергии, а сами фотоны, – кванты той же энергии. В свою очередь (*зд.*), кинетическая энергия связана с вихревыми полями, – волной электромагнитной природы. Каждая порция излучаемой электромагнитной энергии (электромагнитный квант) поглощается и распространяется индивидуально, и только целиком, – т.е. ведет себя как стабильная элементарная и, в зависимости от длины волны, микро- или макрочастица. Количество электричества и количество магнетизма (в кулонах и веберах), – дискретные величины, принимающие только дискретные значения. Электромагнитные волны, – также дискретные величины. Энергия электромагнитного кванта складывается из энергии квантов электрического и магнитного потоков. А магнитное поле можно рассматривать как неизбежный (релятивисткий) результат движения электрических зарядов. В электродинамике дискретностью электрического и магнитного потоков объясняется физическая природа фотоэффекта (т.е. испускания электронов веществом под действием света или любого другого электромагнитного излучения). Изменяющийся электрический поток образует ток смещения (дискретных значений), а изменяющийся магнитный поток создает ЭДС. В электромагнитной волне замкнутый ток смещения, с которым связан магнитный поток, течет без сопротивления (без выделения тепла), как сверхпроводящий ток, а энергия электрического потока всегда равна энергии магнитного потока. Хотя

частица фотон заряда не имеет, она обладает количеством электричества, таким же, как и частица электрон. Причем, количество электричества может быть выражено как в виде заряда, так и вихревого электрического потока без заряда. У фотонов, как и у электронов, одинаковое количество электричества и количество магнетизма (общий для элементарных частиц закон). В целом, электромагнитные волны, – это распространяющиеся колебания составляющих электромагнитного поля, – дискретных электрического и магнитного потоков. Такие колебания свойственны фотону, представляющему собой элементарное электромагнитное возмущение в виде дуальных (т.е. содержащих дискретные электрическую и магнитную компоненты) электромагнитных квантов [113].

Фотон, – это движущееся дискретное поперечное и элементарное электромагнитное возмущение, состоящее из квантов электрического и магнитного потоков, а также в один квант заряда смещение электрического поля, образующего две разноименные его области возмущения. Так, например, для фотона с частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц характерен следующий перечень характеристик (подобными характеристиками обладает каждый из огромного множества других фотонов) [113]:

- ток смещения – $1.923 \cdot 10^{-4}$ А;
- ЭДС – 2.481 В;
- мощность – $4.771 \cdot 10^{-4}$ Вт;
- энергия электрического потока – $1.988 \cdot 10^{-19}$ Дж;
- энергия магнитного потока – $1.988 \cdot 10^{-19}$ Дж;
- электромагнитная энергия – $3.976 \cdot 10^{-19}$ Дж;
- электромагнитная энергия в электронвольтах – 2.481 эВ;
- электромагнитная масса в вакууме – $4.424 \cdot 10^{-36}$ кг;
- электромагнитный импульс в вакууме – $1.326 \cdot 10^{-27}$ кг.м/с;
- длина электромагнитной волны в вакууме – $4.997 \cdot 10^{-7}$ м;
- спин – $1.056 \cdot 10^{-34}$ Дж.с;
- магнитный момент в вакууме – $3.820 \cdot 10^{-18}$ Дж/Тл;

У всех фотонов одинаковая величина электрического потока и магнитного потока, и они равны, соответственно, кванту электрического потока в кулонах ($1.602 \cdot 10^{-19}$ Кл) и кванту магнитного потока в веберах ($2.068 \cdot 10^{-15}$ Вб). Энергия фотонов зависит от плотности потока (частоты волны). Электромагнитное возмущение движется как единое целое вместе с электромагнитным квантом (в виде цуга, т.е. волнового пакета) и образует / возбуждает пакеты парциальных когерентных неизлучающих (но интерферирующих) электромагнитных волн, т.н. волн де Бройля (обеспечивающих чередование дискретных состояний, взаимопревращений двух форм / дифракционных-картин / не-ЭМ-голограмм квантовой частицы в режиме пульсации и принципа неопределенности [203]). При этом в

каждый период колебаний: а) часть кинетической энергии волны диссипирует в соответствии с т.н. формулой «вязкости физического вакуума»; б) частота колебаний фотона падает в соответствии с квантовым законом космологического красного смещения (законом Хаббла). Кроме того, неожиданно оказалось, что: i) каждый фотон способен к интерференции с самим собой; ii) квант излучения (*зд*., например, с длиной волны λ = 21.1 см) может испускаться / поглощаться в результате нечастого феномена обращения спина электрона (*зд*., например, у атома водорода); iii) а вихревые электрические поля могут иметь незамкнутые индукционные линии.

Пока только поляризованный линейно (не циркулярно) фотон, – первая из полностью электродинамически рассчитанных элементарных частиц с известным полевым строением. А частицы материи / вещества в целом, похоже, выявляют интерференционную картину квантованных волновых образований (возбужденных состояний квантового поля). Не только фотоны, – все частицы представляют собой: а) возбужденное состояние полевой среды (рассчитываемое по формуле волны де Бройля); б) различные комбинации одновременно квантов электрического и магнитного полей. Последнее часто ускользает при использовании постоянной Планка ($W = h\nu$), – т.н. коэффициента пропорциональности, произведения электромагнитных постоянных электрического и магнитого потоков ($W = 2e\Phi_0 = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Кл·Вб). Необходимо помнить, что везде, где в формулах присутствует постоянная Планка, вуалирующая магнитную составляющую, происходят именно «электро»-«магнитные» процессы с участием квантов как электрического, так и магнитного потоков. Это позволяет произвести полный электродинамический расчет фотона, а не только его энергии [113].

Некоторые итоги раздела «Введение»

Комментируя выше сказанное можно заметить, что если огромная роль электронов в жизнедеятельности клеток / организма, в том числе ассоциированных с Мт / (Хп) и включая различные in-vivo / in-vitro состояния (как, впрочем, в природе и технике в целом), в значительной степени показана, то выявление таковой в отношении протонов, возможно, еще только предстоит.

То же, и в еще большей степени, можно предположить и в отношении взаимодействий, ассоциированных с фотонами (см. данную работу). Хотя, при дальнейшем рассмотрении, скорее всего, может оказаться, что и, по крайней мере,

некоторые другие элементарные / квазиэлементарные частицы (имеющие некоторые переменные квантовые характеристики) и воздействия различных полей / излучений также войдут в перечень актуальных категорий. Это касается как процесса формирования универсального генетического кода (*зд*. современного УГК) {см. схему 1 в [2] или схему 1 во второй части книги [1]; схему 2 в [3]; работы [1-3] в свободном доступе можно обнаружить на сайте (www.amdeich-var-reverse-translation.ru)}, – так и реализации заложенных в УГК свойств. Кроме того, ниже представлен раздел, посвященный особым свойствам (включая квантовые) структурированной / когерентной, свободной и внутриклеточной воды, – каждый раз специфически обогащенной различными наборами атомов / молекул, усиливающих ее лиотропные свойства, и имеющей уникальные газоразрядные биоэлектрографические характеристики при импульсном или постоянном действии ЭМП (см. ниже). В этом разделе можно по новому взглянуть на возможность необычного поведения электронов, нуклонов (протонов / нейтронов) и фотонов в условиях, способствующих многократному пошаговому снижению пороговых значений энергетических барьеров между взаимодействующими атомами, молекулами, биомакромолекулами, комплексами (и т.д.), – и в условиях действия различных типов полей [100-107].

К в.н. взаимодействиям могут относиться и таковые при различных (био)химических, (био)физических, генетических, метаболических и других реакциях / процессах (включая: экспрессию генов / генома, пролиферацию, дифференцировку, апоптоз; различные виды окисления-восстановления; формирование лекарственной устойчивости, различных видов мутаций, и т.д.). Причем существование структур типа «молекулярных пьезокристаллов» (металлопротеидов / подобных), атомы / молекулы которых потенциально способны выполнять задачу в триедином режиме «приемника» (воспринимающей антенны), «усилителя» (квантово-волнового) и «отражателя» (высокочастотной электромагнитной линзы) [68-71], позволяют им не только создавать и участвовать в относительно локальных / глобальных синхронизированных состояниях (включая разные когерентные). Также они, попеременно активируясь и активируя единый тандем электрических, магнитных, т.е. ЭМП [112] и других полей, могут вовлекаться и в согласованные переключения в в.н. процессах, индуцируемых взаимодействием принадлежащих (в основном) этим структурам фотонов, электронов, протонов (др. частиц) друг с другом, – и с локальными / глобальными полями и излучениями. Возможно, получение описанной картины требует выполнения естественно протекающих

действий, основанных на некоторых фундаментальных принципах, – например, базовых различиях между бозонами и фермионами (элементарными частицами, соответственно, взаимодействия и вещества). Первые могут иметь одинаковые квантовые характеристики и налагаться друг на друга или перекрываться в их дискретных энергетических состояниях, на которые квантовая механика делит природу (здесь возможно образование разного рода переключающих когерентных состояний). В то же время, вторым это запрещено в соответствии с принципом Паули: в одну минимальную квантовую систему можно поместить сколько угодно одинаковых бозонов, но только один фермион (здесь могут реализовываться функции, например, отдельных или сочетаний специфических свойств молекул / биомакромолекул) [139]).

В настоящее время круциально важная для энергетики и (био)химических / (био)физических процессов метаболизма клетки роль протон-электронных переносов (существование различных электрон-транспортных цепей / сетей и протонных помп) показана. Оба типа переносов, кроме всего прочего, могут участвовать также и в создании в.н. попеременных колебаний компонент ЭМП, – взаимосвязанных электрических и магнитных полей. В то же время, роль и значение динамично (гибко / жестко) ассоциированных с ними отдельных и наборов единичных и потоков фотонов начинают проясняться только частично {по крайней мере, отчасти описываемых предполагаемыми феноменами «фотонный фейерверк», «скрытый фотонный фейерверк»; см. [1-3, 8] и комментарии к работам автора, представленным на в.н. сайте автора}. Хотя происходит это с разной степенью информативности и на разных уровнях организации живого вещества (субатомных частиц, атомов, молекул, клеток, тканей, одного / нескольких организмов).

Поэтому, и в связи с объемно изложенным в работе материалом, попробуем далее остановиться, в основном (преимущественно), на почти чисто качественных эффектах некоторых фотон-опосредованных феноменов. Они более чувствительны (информативны) к различным физиологическим / экологическим факторам по сравнению с количественными показателями [56].

Помним, однако, что значительная доля или даже большая часть (био)фотонов (квантов полного, а не только оптического / УФ-диапазонов спектра длин волн ЭМП, исследуемых одновременно или фрагментарно) на данный момент, все-таки, оказывается «неуловимой». Связано это с тем, что они участвуют либо в различных типах безызлучательных [41], либо в неизвестных, трудно-измеряемых или смешаных процессах

(включая все типы фоновых, − солнечного, космического, земного излучений, − и внутренние «шумы» системы) [67]. При этом (био)фотоны выполняют не только энергетические, но и, часто в основном, регуляторно-сигнальные функции. Данная категория {(био)фотоны в целом}, и за счет некоторых их групп, по-видимому, не представляют собой только «безликую массу» идентичных единиц, т.к. они различаются энергетическими, элекрическими, магнитными, а также постоянными и иногда динамически сменяемыми квантовыми / спиновыми (включая когерентность / некогерентность) характеристиками. Кроме того, эти группы действуют синхронно, а также в качестве активаторов огромного множества жестко / гибко регулируемых (био)химических, (био)физических, метаболических (и др.) реакций в клетке / организме. Поэтому сами они, скорее всего, составляют важную часть «(био)фотонный-биокомпьютер»-подобной системы со схожими, если не еще более сложными, принципами регуляции {включая действующие одномоментно (синхронно), последовательно и параллельно, прямые и обратные (положительные / отрицательные) и другие связи}.

Перечисленные свойства (био)фотонов, «склеивающих» в.н. процессы / реакции [66], возможно и позволяют им быть причиной обозначенного и вероятного в.н. феномена с помощью терминов / понятий «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк». Эти термины ассоциированы (*зд*.) с концепцией функционирования в клетке (по крайней мере, митохондриях / хлоропластах) гипотетических вПОТ / ВНП-передача механизмов, − начиная с процессов формирования как генетическокого разнообразия в рамках генетического кода и экспрессии генов / генома, так и самого УГК, – прежде всего фотосинтезирующими организмами и, затем, остальными (нефотосинтезирующими) прокариотическими и эукариотическими организмами, связанными с ними в сообществе / группах сообществ генетической челночной обратной связью (ГЧОС-системой). Далее, очевидно, заложенные в УГК свойства могут реализовываться уже на уровне различных (био)химических, (био)физических, молекулярно-генетических и прочих метаболически важных внутри- и межклеточных процессов {см. [1, 2, 6, 7, 11-14, 16, 17, 20-22, 99] и другие работы, размещенные на сайте (www.amdeich-var-reverse-translation.ru)}. Тем более, что определенный дополнительный вклад, возможно не малый, могут внести (а для биосистем это ожидается в недалекой перспективе), во-первых и по крайней мере, описанные здесь процессы преобразования реальных и реально-виртуальных фотонов и некоторых субатомных частиц вещества (адронов, кварков, барионов, лептонов и др.;

включая изотопы атомов различных элементов) и частиц взаимодействия {мезонов, других бозонов (см. данную работу далее)}. Во-вторых, надо учитывать способность клеток / организмов понижать энергетические барьеры в протекающих биохимических / метаболических реакциях (как это делают, например, белки-цитохромы); этому же способствуют особые свойства отдельных / взаимодействующих слоев воды, структурирующейся при наличии ионов различных веществ, – и в автономном режиме. В-третьих (и подобно выше описанному для некоторых веществ / материалов и материи в целом), для определенных клеточных структур (прежде всего мембранных, но не только) появляется потенциальная возможность «впадания» / претерпевания ими т.н. многофазных состояний (исчисляемых десятками / сотнями [121]), – что также может вести, в частности, к понижению энергетических барьеров в в.н. цепочках многочисленных реакций.

Таким образом, с (био)химическими / метаболическими процессами пункт два («способность понижать энергетические барьеры») связан точно. Пункт три, – «формирование многофазных состояний» у мембранных / других клеточных структур, также «работающих» на снижение энергетическиго барьер, – требует дальнейшей разработки и не может быть пока исключен в качестве невероятного. Пункт номер один, – «процессы преобразования реальных и реально-виртуальных фотонов», элементарных частиц / квазичастиц), – относится к физическому уровню компонент биосистем, который пока разработан мало. Кроме того (в-четвертых; см. ниже), современная физика почти не изучает ту ее часть, которая (1) может быть связана с мнимым / комплексным подпространством, из которой (2) возможен приток энергии в процессе низкоэнергетических ядерных реакций с соблюдением закона сохранения энергии. В действительной части, подпространстве Вселенной, реакции между взаимодействующими ядрами невозможны из-за требующего огромной энергии кулоновского отталкивания. Но взаимодействие ядер во мнимой части комплексного пространства, и, согласно, например, ПТМ-теории (см. ниже [157]), возможно и при малых энергиях частиц.

Причем в практике научно-экспериментального подхода виртуальные внутриядерные события стандартно ассоциируются только с событиями достижения высокоэнергетических состояний, вызываемыми: а) применением искусственно полученных частиц на ускорителях; б) естественно протекающими в недрах звезд процессами. Однако, некоторый вклад в эти события могут вносить и периодически протекающие процессы, связанные с достижением поверхности Земли (включая ее

биологические объекты) т.н. «космическими лучами», − частицами, большую часть которых сегодня генерируют на коллайдерах / ускорителях. Такие лучи содержат высокоэнергетические частицы (с энергиями до ~10^{19}, и суммарно в диапазоне ~10 порядков), которые, в основном, нейтрализуются в атмосфере. Также они, однако, и в ограниченном масштабе, могут достигать поверхности Земли. {Причем частиц с энергией ~10^{-20} эВ, не воспроизводимых даже на самых мощных ускорителях, еще существенно меньше (по современным оценкам, – одна на квадратный километр за 100 лет)}. Понижение числа в.н. частиц объясняют эффектом «ГЗК-усекновения», подавления / обрезания», – т.е. рассеяния, по крайней мере, на реликтовом излучении (представленного Грейзеном-Зацепиным-Кузьминым). В настоящее время регистация этих частиц, прилетающих из совершенно произвольных направлений Космоса, обнаруживает нарастающий уровень. Хотя достаточного теоретического обоснования и полного понимания природы их происхождения, по сути естественных источников ультрагигантских адронных ускорителей, гарантированно способных выступать в роли такого ускорителя, пока, по крайне мере за последние пол-века, не обнаружено (это задача физиков космических лучей и астрофизиков). Уровень радиации, связанный с в.н. «космическими лучами», возрастает с удалением от Земли. Такие трудно идентифицируемые сверхэнергетические частицы, и в малой доле, могут быть заряженными (протоны, ядра более тяжелых элементов, фотоны, нейтрино, др.). Роль вероятных взаимодействий с описанными частицами сверхвысоких энергий, – а в атмосфере Земли они, во-первых и пока, считаются единичными, и, во-вторых, поскольку энергия их столкновений (исчисляемых миллионами) с атомами / ядрами в системе отсчета центра масс превышает таковую для протонов в Большом адронном коллайдере в ~30 раз, – недооценена и может состоять в потенциальной возможности связи с пока еще не вполне известными явлениями [163, 164].

Кроме того, среди в.н. «космических лучей» обнаруживают также, по крайней мере, К-мезоны и π-мезоны (из целого ряда т.н. «странных» частиц со спином 0). Они, с одной стороны, обладают очень коротким, по человеческим меркам, сроком жизни (всего 10^{-6}–10^{-9} секунды). С другой стороны, скорость их достижения поверности Земли велика, – порядка скорости света. Поэтому, и согласно СТО, их собственное время течет медленно, и эти частицы, несмотря на возможность быстрого распада за неуловимые доли секунды, живут довольно долго, успевая долететь до поверхности Земли и превратиться в потенциальные источники новых элементарных частиц, – по крайней мере, в мезоны ро-

(ρ)-, омега-(ω)-, эта-(η)-, кси-(ξ)- и сигма-(Σ)-типов (и др.). Такие элементарные частицы (а это т.н. бозоны-«волчки» с целочисленным спином, равным 0 или 1) необходимо классифицировать, например, по наличию у них квантуемого в КТП углового момента вращения [163, 164].

Возможная новая компонента генетического кода, современного УГК (кратко / упрощенно)

Такой компонентой генетического кода (в частности, современного универсального генетического кода, УГК) может оказаться, в итоге, информационная составляющая о роли и соотношении фундаментальных и составных частиц (известных / неизвестных) среди актуализированных элементарных и квазиэлементарных частиц в пространственно-временном континууме эволюции геномов и их компонент у отдельных биологических видов и генофонда целой биосферы. {Названные составляющие могут быть характерными для, по крайней мере, таких биомакромолекул, как нуклеиновые кислоты, ДНК / РНК, и кодируемые ими белки (см. разные части данной работы)}. В этом направлении уже делаются первые шаги.

Универсальный генетический код, современный УГК (включая отличия в кодировании митохондрий, в том числе связанные с редактированием РНК) и его вероятные коды-предшественники (ныне в него встроенные, но уже не самостоятельные [23-25]), могли появиться в процессе зарождения жизни из органических молекул и косной материи земного / неземного происхождения. В итоге они оказались практически одинаковыми для всех известных земных форм (биологических видов, вирусов). Это не исключает или даже указывает на связь таких кодов с фундаментальным уровнем вещества. Ответ на вопрос «почему генетический код универсален и имеет найденную структуру» пока отсутствует [157].

{{*Коммент. авт.* (выводы): здесь следует заметить, однако, что гипотетический вопрос перманентного становления / поддержания генетического кода может оказаться «довольно долгим» в рассмотрении. Эволюционировать в современный УГК могли не только итоговые в.н. коды-предшественники (например, приведенные в [23-25]), но и сами поддерживающие их становление механизмы. В частности, и помимо большинства известных молекулярно-генетических механизмов, это касается гипотетического вПОТ-

механизма, – предполагаемого формирования мини / микросателлит-подобных (и более коротких / длинных) нуклеотидных участков, являющихся основой некодирующих и кодирующих фрагментов генома. Последние используются в процессе разноуровневой (био)физико-(био)химической синхронизации соответствий между каждым кодоном и соответствующей ему конкретной аминокислотой (*зд*. в Мт / Хп экариот; для прокариот в разработке). Этого механизма для становления единого для всего живого генетического кода, скорее всего, было бы недостаточно, если бы параллельно не функционировала система генетической челночной обратной связи (ГЧОС-система переноса нуклеиновых последовательностей). Эта система, скорее всего, – и посредством специальных векторных или вектор-подобных последовательностей, комплексов, частиц (типа экзосом, др.), – функционирует между геномами разных клеток: 1) одного организма: а) одной ткани; б) разных тканей (в частности, соматическими и герминативными клетками, – что соответствует теории пангенезиса Ч.Дарвина [185]); 2) разных организмов (сообщества, их групп, биоценозов и т.д.). Таким образом, вероятно, могут одновременно поддерживаться процессы как унификации в.н. кода / кодов, так и унификации / специализации геномов клеток различных организмов}}.

Число тринуклеотидных кодонов аминокислот, АК (всего 64; 3 из них стоп-кодоны, 61 кодирующий кодон) и самих аминокислот (20 стандартных и, по крайней мере, 3 нестандартных) в генетическом коде известно. Одна и та же АК может иметь один кодон (касается Мет, Три), – или быть вырожденной, т.е. иметь два (касается Фен, Тир, Гис, Глн, Асн, Лиз, Асп, Глу, Цис,), три (Иле), четыре (Вал, Про, Тре, Ала, Гли) или шесть (Лей, Сер, Арг) кодонов.

В соответствии с материалом, накопленным в поляризационной теории вакуума / миров (ПТМ; *зд*. крайне сокращенно), аналогичная вырожденность, соотношение числа аминокислот с определенным числом их кодонов в митохондриях незначительно изменено только в случае однокодонных аминокислот (таких АК в стандартной модели было две → в Мт осталась одна) и двухкодонных аминокислот (в СМ их было девять → в Мт стало десять). В остальных случаях (для трех-, четырех- и шести-кодонкодонных АК) все осталось как в СМ.

Код состоит из четырех букв (А, Г, Ц, Т / У для ДНК / РНК) или пяти букв (А, Г, Т, У, С, – для нуклеиновых кислот в целом). Транспортная РНК (тРНК) одним своим концом (антикодновым) взаимодействует с соответствующим кодоном мРНК, а другим (аминоакцепторным), – с пептидил-трансферазным участком синтеза белка в рибосоме

[157]; {большая часть свойств / черт генетического кода, и в контексте предложенных гипотетических механизмов, обсуждается в работах автора [1, 2]; а также в [10, 13, 15, 18] и других работах (www.amdeich-var-reverse-translation.ru)}.

Однако, предлагается также и чисто физическая, по крайней мере, кварк-иерархическая (квантово-кристаллографическая) компонента механизма кодировки генетического кода [157]. Приведем один из частных случаев. Так, предполагают (по крайней мере, формализируют подход), что степень вырожденности кода соответствует порядку / числу осей одних кристаллов (*зд*. т.н. h-мира квантовых полей / частиц, имеющего 16-плет), которые, вероятно, порождают кварк-ассоциированную информацию в осевых координатах других кристаллов (*зд*. т.н. G-мира гравитирующих нуклонных вселенных; мультиплетен) [157]. Квантовый тип h-миров имеет осевую симметрию. Колебания волн в нём поляризуются двумя противоположно вращающимися вихрями (условно право-левыми) с образованием вращающихся же частиц вещества (также условно право-левых) и квантованых полей (это области доминирования константы Планка). Симметрия первой системы (в.н. h-мира) проявляется в симметрии второй (в.н. G-мира) через двенадцать степеней свободы (12-плет полей), включающих одно электромагнитное, три кварк-незаряженных / нейтральных и восемь глюон-заряженных полей. Каждая из степеней свободы (состояний 12-плета в.н. G-мира) поляризуется за счет пяти т.н. «вкусовых» квантовых зарядов (h-зарядов). Возникает состояние 60-плет (12-плет по 5-ти «вкусовым-зарядам» дают 60-плет), образованное тремя типами зарядов, присущих кваркам (G-мира), – формирующих, в свою очередь, 20-плет связанных бесцветных кварковых триплетов (здесь также 20-плет по 3-м типам заряда дают 60-плет), соответствующих симметрии ДИС (додекаэдро-икосаэдрной системы) гравитирующего мира с четырьмя независимыми h-зарядами. В итоге из пятибуквенного алфавита с «вкусовыми» зарядами (ДНК + РНК) образуется четырёхбуквенный алфавит с четырьмя азотистыми основаниями (ДНК или РНК по отдельности), различающимися у этих зарядов связанными с ними правыми кварками, локализованными в вероятном / невидимом поляризационном мире.

Отступление 3. Некоторые основы ПТМ-теории

Согласно в.н. поляризационной теории (ПТМ) рождение фундаментальных частиц (лептонов, кварков и некоторых бозонов) происходит в общем физическом вакууме

Вселенной и, одновременно, в т.н. Антинегавселенной в составе мультиплетов с нулевой суммой характеристик частиц. Например пара частиц, в не получивших пока полного объяснения ЭПР-экспериментах (Эйнштейна-Подольского-Розена, см. ниже), рождается с суммарными нулевыми значениями импульса и спина, т.е. в нуль-вакууме (и в т.н. «запутанном состоянии»), и потому сохраняет эти значения при разлете на любые расстояния. {Заметим, что в.н. ЭПР-пары, и с точки зрения ПТМ, являются поляризационными образованиями, характеристики которых могут синхронно меняться на любых расстояниях. Это связано с действием поляризационно-реактивных сил, влияющих на формирование / изменение массы образующихся в физическом вакууме частиц. Хотя в стандартной модели (СМ) процессы рождения частиц не рассматриваются и эта нелокальная сила, ответственная, в частности, за удержание кварков в барионах, отсутствует (в СМ это связано с нерешенной на сегодня проблемой т.н. конфайнмента)}. ПТМ дает на ~50% удовлетворительное (в пределах опытной погрешности) согласие с экспериментальными значениями масс элементарных частиц (*зд*. вторичных: лептонов, кварков, промежуточных векторных бозонов и пионов), составляющих мультиплет фундаментальных частиц Вселенной. Эти частицы образуются из первичных векторных бозонов и относятся к первому иерархическому уровню частиц. Из скалярных же бозонов (нулевого иерархического уровня) фермионы не образуются, а наиболее легкая из них частица (с массой $\sim 10^{-7}$ от планковской), возможно, является устойчивой и гипотетически формирующей темное вещество Вселенной. Не исключено, что обнаруженная на Большом адронном коллайдере LHC (ЦЕРН, 2012 г.) в спектре возможных вторичных, частица (с массой 125,2 ГэВ/с), не влияющая на массы других частиц, – и которую посчитали бозоном Хиггса, – является нейтральным скалярным бозоном. Частицы иерархических уровней выше первого названы иерочастицами. Их размер возрастает почти в 3000 раз с увеличением на единицу номера иерархического уровня. В настоящее время наибольший иерархический уровень протонов во Вселенной равен 12 [157].

Частицы рождаются и перемещаются с постоянной скоростью относительно расширяющегося с хаббловской скоростью пространства (разбегания отдельных галактик и расширения целой Вселенной). Положительная масса движущегося фермиона компенсируется поляризационно рожденной энергией частицы с отрицательной массой т.н. нейтрального скалярного антинегабозона, неподвижного относительно расширяющегося пространства Вселенной. Образуется суперсимметричный дублет двух

частиц с различающимися на 1/2 спинами и массами разных знаков (в стандартной модели / теории суперсимметрия оперирует частицами с положительными массами, но они до сих пор не обнаружены). В отличие от СМ, где частицы рождаются безмассовыми и приобретают массу при взаимодействии с гипотетическим полем Хиггса, в поляризационной теории рождения частиц первичной частицей является нейтральная и скалярная планковская частица. Массы вторичных частиц, при этом, являются производными от известной планковской массы. Свойства рождающихся в центрально-симметричном пространстве Вселенной различных физических величин (полей, частиц, зарядов, спинов и их проекций) отражают т.н. центрально-симметричные фигуры Платона. Среди последних особое значение имеют додекаэдр с 12 правильными пятиугольниками, и икосаэдр с 20 правильными треугольниками. Геометрические характеристики в.н. фигур (числа вершин, ребер, граней и их углов) определяют спектр полей, формирующих частицы, и свойства частиц. Помимо известных трех типов зарядов (электрического, двух слабых и трех цветовых) существует также квинтет вкусовых зарядов (четвертый), взаимодействие между которыми осуществляют т.н. гравионные поля (спин 2), играющие важную роль при структурообразовании Вселенной. Последний тип заряда отражает пентасимметрию центрально-симметричного пространства Вселенной, – что ведет к увеличению спектра полей до 122 (в СМ их 53). Это сопровождается появлением более широкого, по сравнению со СМ, спектра элементарных частиц и полей, и позволяет описывать более широкий круг явлений [157].

Гравионные (янг-миллсовские) поля 24-плетны. Тогда среди новых видов полей оказываются: нейтральные глюонные и гравионные поля, отсутствующие в СМ и осуществляющие взаимодействие кулоновского типа, соответственно, между однотипными цветовыми и вкусовыми зарядами; а также комбинированные поля, являющиеся комбинациями квартета нейтральных векторных полей и секстета нейтральных полей со спином 2 (всего их 72). Нейтральные поля, в отличие от в.н. янг-миллсовсих (в СМ), сохраняют заряды и потому определяют формирование стационарных состояний, в том числе, при образовании фундаментальных частиц [157].

Взятые вместе все четыре «зарядовых» взаимодействия имеют общую геометрическую природу, на основе которой возможно их объединение (т.н. Гиперобъединение). Согласно последнему константы фундаментальных взаимодействий одинаковы во всех G-вселенных. Это позволяет совместить СМ с релятивистской теорией гравитации. С помощью гравионного поля, предполагают, возможно: а) подключить и

гравитационное взаимодействие, имеющее иную природу (хотя и на фоне общности их происхождения); б) вычислить массы фундаментальных частиц и некоторые другие параметры стандартной модели, СМ (т.е. учитывать, одновременно, гравитацию, комплексность пространства и возможность интеграции огромной экспериментальной базы СМ) [157].

В в.н. процессе образования частиц и их масс участвует поляризационно-реактивная сила (в СМ она отсутствует, а сам процесс не рассматривается). Работа этой силы создает энергию частиц, завершивших свое формирование и перешедших в мир т.н. «готовых» частиц. Переносящие взаимодействия нейтральные бозоны (их масса равна нулю), предположительно, взаимосвязаны в системе частиц и антинегачастиц как с положительной, так и отрицательной энергией. Например, фотоны (бозоны), образованные лептонами и антинегалептонами (*зд.*), могут быть локализованы, соответственно, во Вселенной или Антинегавселенной. Их спин не превышает 2 (соответствует опытным данным). Осцилляции нейтрино, обычно, связывают только с расчетом на ненулевую их массу, в то время как возможность параллельного существования их антинегачастиц и явления их взаимоподмены (исчезновения / появления в соответствующем подпространстве Вселенной) не рассматривается. Кроме того, в СМ (как и в теории струн) массу частиц связывают с энергией взаимодействия частиц за счет квантовых флуктуаций. Но это не позволяет вычислять массы фундаментальных частиц. И не дает объяснения тому, во-первых, почему масса нуклонов многократно превосходит массу и энергию взаимодействия образующих их кварков и, во-вторых, почему время жизни мира вещества, образованного нуклонами, необратимо [157].

Поляризационная теория, как и некоторые другие теории, трактует ситуацию в современной квантовой механике (КМ) следующим критическим образом (и по порядку). Недостаточно удовлетворительным является положение о вероятностной (копенгагенской) ее интерпретации, когда спектр состояний одной частицы описывается суперпозицией ее волновых функций, а сама частица может пребывать одновременно в разных квантовых состояниях и точках пространства, ее положение не детерминировано, она не обладает траекторией, а природа селекции квантовых состояний при измерении остается неясной. Оказываются без ответа принципиально парадоксальные вопросы: а) непредсказуемости поведения отдельной частицы (с одной стороны), – но описания с любой степенью точности поведения ансамбля таких частиц (с другой стороны); б) в то же время, в корреляционных ЭПР-экспериментах оказывается возможным предсказание

исхода индивидуального события (почти с любой степенью точности), причина которого, однако, остается непроясненной [157].

Далее. Выводы квантовой механики нельзя относить к индивидуальным микрочастицам, которые все оказываются («незаслуженно») одинаковыми. В ней нет полноты описания частиц с их «родовыми метками», позволяющими получить более детальное описание материи. Тогда возможно существование ненаблюдаемых переменных (скрытых параметров), – пространственных индивидуальных фазово-коррелированных состояний частиц в процессе их рождения в составе мультиплета, – и независимо от расстояний, отделяющих их друг от друга. Однако, на более фундаментально-глубоком уровне (и с привлечением поляризационной теории) возможно описание ее с детерминистских позиций, которое, и после усреднения по скрытым параметрам, перейдет в квантовое. Тогда возможно дать искомую интерпретацию «квантовой механики без парадоксов», – и способную решить, без выхода за ее же рамки, обозначенные (выше / ниже) концептуальные проблемы. При поляризационном подходе возможно создание такой квантовой механики реальных частиц, в которой соблюдение требования квантово-механической вероятности пребывания частиц (*зд.*) только в действительном подпространстве уже не требуется [157].

Принято считать, что в макротелах частицы: а) некоррелированны по фазе; б) не взаимодействуют друг с другом; в) содержатся во множестве мультиплетов (здесь невозможен, например, т.н. «парадокс шредингеровского кота», пребывающего, до момента его фиксации / наблюдения, одновременно, в состояних «жив» и «мертв»); г) имеют: усредненные свойства; волновую функцию заполненного мультиплета с пространственными состояниями; и ортогональные волновые функции; д) в целом, представляют собой суперпозицию волновых функций условно одинаковых частиц.

В поляризационной теории микро- и макрочастицы, – корпускулы, а их волновые свойства реализуются в комплексном пространстве. Рождающиеся частицы являются одновременно резидентами действительного и мнимого подпространств, переходя циклически из одного пространства в другое. Комплексность пространства, вместе с происходящими в нем поляризационными процессами, позволяют обнаружить и вывести коммутационные, а также ключевое для КМ соотношения неопределенности Гейзенберга. Согласно последнему невозможно точное определение импульса и координат частицы одновременно. Также выяснено, что оно есть не следствие особых свойств микрочастиц (*зд.*, вероятно, проявляется основное / формальное противоречие с теорией

квазикристаллического вакуума [203], где предполагаемая динамика геометрии частиц играет одну из ключевых ролей поочередного пребывания их в одном из двух состояний; *зд*. имеют место быть, предположительно, разные природа и тип симметрий), – а результат действия поляризационных сил между измеряемой частицей, – и частицей сенсора прибора. Поляризационная трактовка суперпозиции квантовых состояний позволяет, и в отличие от таковой в квантовой механике, интерпретировать процесс измерения квантовой системы.

Это касается, например: 1) коллапса волновой функции с ее проблемами перехода из исходного «чистого» состояния квантовой системы, – в смешанное состояние, в котором интерференционные явления исчезают; 2) и реализации процесса селекции квантовых состояний, которые измеряются только поочередно. Чистое состояние системы определяется в КМ суперпозицией волновых функций ее частиц, имеющих постоянные коэффициенты, которые характеризуют вероятностный их вклад в общее состояние ансамбля. В поляризационной теории взаимодействие микрочастиц, пребывающих одновременно и в мнимом подпространстве, – нелокально, а коэффициенты частиц, взаимодействующих с прибором, – величины не постоянные. Возвращение частиц в действительное подпространство переводит их в смешанное состояние. Селективность измерения возникает вследствие взаимодействия мнимой компоненты частицы (пребывающей в пространстве мультиплета в одном из своих квантовых состояний), – с другой, фазово-коррелированной частицей прибора. Тогда волновая функция измеряемой частицы экспоненциально убывает (коллапсирует), а таковая же для прибора, – экспоненциально растет и вызывает у прибора отклик. Происходит сначала одно, – а затем другое селективное измерение квантового состояния частиц в мультиплете.

Волновая функция свободной частицы является комплексной и осциллирующей. Микрочастицы способны интерферировать. С нарастанием массы ансамбля частиц вероятность их межпространственного коррелированного перехода падает, – и волновые свойства ослабевают. Мгновенный перенос квантовой информации (квантовая телепортация) описывается комплексным скалярным волновым полем, с которым взаимодействует осциллирующая частица. При взаимодействии таких частицы и поля уравнение комплексного скалярного поля в комплексном пространстве распадается на два волновых уравнения: 1) Клейна-Гордона-Фока, – для действительной компоненты подпространства, в котором вновь создаваемая частица является источником волн; 2) и уравнение Шредингера, – для мнимой компоненты комплексного подпространства

(описывает механизм квантовой телепортации частиц, делающий поле нелокальным). В рамках поляризационного подхода вывод эвристически найденного уравнения Шредингера позволяет дать новую интерпретацию природы волнового поля. Образование пары частица-антинегачастица с антикоррелированными по фазе волновыми функциями происходит на любом расстоянии. Обе частицы, – антинегачастица и вступающая с ней во взаимодействие частица окружающего вещества, находящаяся в том же квантовом состоянии, – далее могут аннигилировать. Оставшаяся частица пары может быть рассмотрена как телепортировавшаяся, – хотя, при этом, своего положения она не меняет [157].

Связность кварков, имеющих электрический / цветовой (определяется только знаком заряда / цветом кварка) и вкусовой заряды (определяется знаком заряда / цветом и поколением / массой кварка), может обеспечиваться комбинированными полями. В кодонах нуклеотиды оказываются элементом цветонейтральной структуры. Правая компонента нуклеотида, помимо триплетов кварков, содержит и одинарный правый кварк. А три таких синглетных кварка с неодинаковыми цветовыми зарядами, связываясь, создают отдельную структуру цветонейтрального кодона. Например, нуклон-протон (и «независимо» от его кваркового состава) сохраняет заряд «+»1 (+2/3 +2/3 –1/3 = +1). А нуклон-нейтрон (и также «независимо» от его кваркового состава), – заряд «0» (+2/3 –1/3 –1/3 = 0). Возможно, это касается и других барионов (все имеют целочисленный спин). Порядки осей в кристаллах задают число идентичных для этих систем кристаллических состояний, обуславливающих вырождение кода в рассматриваемом нехимическом механизме (или механизме иной химической кодировки) [157].

В целом, поляризационный мир состоит из трех миров, – в.н. двух (квантового h- и гравитирующего G-миров), – и третьего, исходного с-мира классических скалярных полей (с трансляционной симметрией и комплексной компонентой), в котором еще нет вещества. Эти последние характеризуется одинаковой скоростью распространения колебательных полей (их можно рассматривать как первичные информационные поля), когда при поляризации вращения симметрия пространства локально изменяется на аксиальную, – и возникают миры квантовых полей и частиц, характеризуемые планковской константой (h). В итоге образуются негравитирующие h-миры / вселенные, в которых могут возникать вкрапления (вселенные) с аксиально-симметричным пространством, а колебания распадаются на противоположно вращающиеся и

ограниченные по размерам вихри, представляющие собой форму первичного (негравитирующего) вещества, масса покоя частиц которого может меняться [157].

В ПТМ частица вещества рассматривается как вкрапление физического вакуума в пространство Вселенной. Число локализованных во внутреннем пространстве частицы полей является основным фактором, определяющим ее массу. Вследствии существования трех типов миров (c-, h- и G-) появились три же известных поколения фермионов. В c- / h-мирах время обратимо, события прошлого / настоящего / будущего сосуществуют, и эволюция невозможна. Затем происходит поляризация ограниченных пространств квантовых h-вселенных, а гравитацией (при которой нарушается Т-инвариантность K_0-мезонов и распадающихся нейтронов; согласуется с опытными данными) образуются гравитирующие центрально-симметричные G-миры (включая наш), – и нарушается обратимость времени. В итоге возникают эволюционные процессы гравитирующего нуклонного мира (причем рождение одного нуклона сопровождается образованием, по разным данным, от ~2 млрд. до ~20 млрд. фотонов). В ПТМ используются только три эмпирические константы (c-, h- и G-миров) [157].

В эволюции Вселенной имеются три фазы (в контексте ПТМ-теории):

1) газовая, когда в свободном состоянии находятся частицы и рождающиеся первые звезды и галактики, образование которых обусловлено последовательной поляризацией цветозаряженных зародышей. При дальнейшем остывании «горячей» Вселенной сверхсветовое расширение границы замедляется до светового;

2) расширения в пределах скорости света. Галактические системы связываются и образуются крупномасштабные структуры Вселенной, в которых важную роль играют комбинированные фундаментальные физические поля. Это сопровождается поляризацией вкусовых зарядов, которые приобретают и частицы гипотетического темного вещества. Далее следуют притяжение / концентрация темного вещества в галактических скоплениях / сверхскоплениях, образование порядка ста тысяч ячеек с различающимися пространственно-временными состояниями, не меняющими их собственную и среднюю плотность Вселенной, – однако, соответствующую наблюдаемому масштабу неоднородности Вселенной;

3) современная фаза ускоренного сверхсветового расширения Вселенной, которая будет продолжаться (но не бесконечно, как в модели Фридмана, а с последующими деполяризацией / дегравитацией и исчезновением через ~$3{,}1 \cdot 10^{14}$ лет) и обусловлена поляризационно-реактивными силами, а не лямбда-(λ)-членом общей теории

относительности, ОТО. В этой фазе доля связанного вещества Вселенной будет снижаться, стремясь к нулевому значению, а темная материя, предположительно, может рождаться преимущественно вне галактических структур и способствовать не локальной ее концентрации, а быть направленной наружу и приближенной к равновесному распределению ее по объёму Вселенной, скорость расширения и масса которой нарастают. Физика расширения Вселенной в трехстадийной модели сильно отличается от таковой для СМ, но расчетные значения возраста Вселенной в обеих моделях оказываются близкими. Кроме того, при расчете параметров спутниковых орбит и кометных поясов преимущества поляризационного подхода, по сравнению с механическими моделями, – и по мнению автора ПТМ-теории [157], позволяющей удовлетворительно рассчитывать некоторые характеристики Вселенной (значение постоянной Хаббла, плотность т.н. темного вещества в галактических системах, красное смещение начала ускорения, характеристики галактических систем, др.), – выглядят достаточно убедительно.

Приходя в поляризационный мир из квантового мира, кварки образуют структуры с цветовым зарядом, но формируют цветонейтральные триплеты релятивистского мира. В G-мире поляризуется квинтет новых зарядов / вкусов и рождается квартет новых полей (24-плетных), включая одно гравионное и три комбинированных (векторное и два тензорных). Объединение таких взаимодействий дает константы четырем фундаментальным взаимодействиям (согласующимся с экспериментально полученными, – и в пределах опытной погрешности) и возможность получения массовых спектров лептонов, кварков и векторных промежуточных бозонов, порождаемых планковской частицей (т.н. массоном), – предположительно, основной компонентой темной материи G-вселенных. ПТМ-теория позволяет удовлетворительно определять массы лептонов, кварков, нуклонов (фермионов) и бозонов, осуществляющих слабое и межнуклонное взаимодействие, – возможно в обход механизма Хиггса. Важную роль в структурировании вещества (*зд*.) могут играть крупномасштабные аналоги известных лептонов, кварков, нуклонов, в мнимом подпространстве которых, вероятно, формируется процесс зарядовой неустойчивости, – с последующим образованием протоструктур, инициирующих развитие гравитационной неустойчивости [157].

При расширении Вселенной, ее разномасштабных структур, масса этой поляризационно рождающейся структуры, определяющую роль в которой играют не гравитационные, а поляризационно-реактивные силы, нарастает. Тождественные частицы релятивистского мира в нерелятивистском поляризационном мире получают новые

квантовые числа и становятся принципиально различимыми. Иерархия взаимодействующих частиц формируется в космологических масштабах, образуются космические структуры, а среди причастных к этому сил оказываются не только гравитационные, но и разные виды фундаментальных полей [157]. Что касается в.н. темных материи / энергии (одна из интерпретаций), заметим следующее. К основными их компонентам могут относиться введенные в рамках логики суперсимметрии слабо взаимодействующие массивные частицы (т.н. нейтралино, фотино, хиггсино, гравитино). А также, – тяжёлые ε-лептоны, вращающиеся вокруг реликтовых атомных ядер, содержащих кварки и ε-нейтрино ферми-газа; электронейтральные бозоны (Z^o, B^o, X / Y); частицы-(правые) / античастицы-(левые), и т.д. Кроме того, одна из функций темной материи может состоять в защите ею структурных элементов галактик и крупномасштабной структуры Вселенной от т.н. «неправильного склеивания» или разрушения в результате взаимной аннигиляции вещества и антивещества [157].

Продолжим (о «генетическом коде»). В ДНК, считают (*зд.*), носителями зарядов являются кварки первых двух поколений (соответственно, u / d и s / c). А в РНК, есть предположение, один из «вкусовых» кварк-зарядов может быть другим: b-кварк третьего поколения (более тяжелый / эволюционно более поздно-появившийся) заменяет один из кварков первых двух поколений (это могут быть только d-кварк первого, или s-кварк второго поколений, заряды которых, как и b-кварка, равны «–»1/3 от заряда электрона). Появляются нуклеотидные цепочки, связывающиеся в пары не так, как в ДНК, и образуются три специфические формы РНК (мРНК, рРНК, тРНК) [157]. {{*Коммент. авт.* (выводы): тогда, интересно, выходит, что указанные чисто физические кварк-ассоциированные различия в ДНК / РНК - нуклеотидах (если таковые действительно существуют) ведут к появлению или сопровождаются соответствующими последствиями на уровне уже (био)химических / метаболических реакций. Эта, в настоящее время слабо оцениваемая чисто физическая компонента, с ее «нарождающимися» и «готовыми» частицами, может вносить, не исключено, существенный / определяющий вклад в экспрессию различно организованных геномов}}.

В генетическом коде должны отражаться симметрии обоих миров (соответствующих ДИС-симметрии системы, включающей додекаэдр и икосаэдр). Додекаэдр имеет 30 ребер, 20 вершин и 12 граней, составленных из правильных пятиугольников (вписывается в икосаэдр). Икосаэдр также имеет 30 ребер, но обратное число вершин и граней (12 и 20, соответственно), составленных из равносторонних треугольников. Мультиплеты имеют

размерность 12 (13), 20 (21), 30 (31), 60 (61) {в скобках указаны размерности в случае добавления синглетного состояния центра симметрии додекаэдра или икосаэдра} [157].

Существование т.н. поляризационных миров должны изначально учитывать физические теории, учитываемые далее биологическими / другими теориями. Причем, – с учетом того, как возникают главные структурные особенности УГК (пятибуквенный алфавит, четырехбуквенные редукции, триплетность, числа кодирующих / некодирующих и стоп-кодонов, 20-плет кодируемых аминокислот, степень вырожденности и др.). Это происходит в условиях взаимодействия правой и левой симметрий материи / вещества, формирующих, в частности, характерные вторичные структуры РНК, двунитевые наследственные структуры ДНК (нуклеотиды генов / геномов содержат правовращающую оптическую компоненту сахаров) и конформационно специфические белки (с левовращающими аминокислотами) [157].

В целом, учитываются вещественные структуры с двумя направлениями их по́ле-закрученных компонент: лево-кварковой материи (релятивистского мира нуклонов); и право-кварковой материи (поляризационных миров, подразумевающих рождение пар частиц из вакуума). У обособленных структур (в частности, кодонов / аминокислот) правые кварки образуют цветонейтральные триплеты, аналогичные таковым в оболочках из лево-кварковых нуклонов. Кроме того, в поляризационной теории, помимо оболочки, нуклоны и другие барионы (гипероны / резонансы) имеют ядро из правых кварков. Нуклеотиды представляют собой элемент цветонейтральной структуры кодонов. Поскольку правая компонента нуклеотида, помимо кварковых триплетов, содержит и одинарный правый кварк, то цветонейтральный кодон образуется из трех синглетных кварков с разными цветовыми зарядами, которые при связывании создают отдельную цветонейтральную структуру. Связывание кварков с электрическим (цветовым) и вкусовым зарядами реализуется комбинированными полями. Для четырёхбуквенного алфавита возможное число цветонейтральных триплетов / кодонов равно 4^3 (т.е. 64). При переходе к в.н. G-миру, реализации 64-плет кварков не происходит, т.к. структура гравитирующего G-мира не соответствует симметрии ДИС, а выделяется 61-плет правых кварков, соответствующих функциональным кодонам. Оставшийся триплет кварков может быть только левым, определяющим триплет стоп-кодонов. Кроме того, вхождение в в.н. синглетное состояние может приводить к появлению 21 аминокислоты вместо 20 (т.е. 20-плетное состояние может быть заменено 21-плетным состоянием, формируемым комбинированными полями), – и, соответственно, 62-х функциональных кодонов вместо

61 (когда 61-плетное состояние может быть заменено двумя состояниями по 31-плету, т.е. 62-плетним состоянием). Исследователям из Института Скриппса (Калифорния), предположительно, удалось создать бактерию, геном которой включает компоненты синтеза белка дополнительной 21-й аминокислоты (р-аминофенилаланина) с участием одного из своих трех стоп-кодонов (что соответствует ДИС-симметрии) [157]. {{*Коммент. авт.* (выводы): *зд*., однако, прежде необходимо исключить феномен редактирования на уровне пре-мРНК / мРНК / ДНК, когда замена одного / более нуклеотидов в кодоне создает впечатление нестандартного кодирования, но таковым не является}}.

С другой стороны, достаточно давно известно, что кроме 20 стандартных аминокислот существуют еще по крайней мере 3 нестандартных, кодируемых со стоп-кодонов. К ним относятся: 1) селеноцистеин, – протеиногенный аналог цистеина у эукариот / архей (атом серы в тиоле заменен на селен; транслируется на стоп-кодоне УГА); 2) селенометионин: основной природный источник селена в организме животных / растений; {его L-энантиомер (Se-Met) содержится в плодах растений (бразильского ореха, зерновых, соевых бобах, других бобовых) и некоторых овощей (спаржи, лука и капусты); кодируется, предположительно, с участием УАА стоп-кодона}; 3) пирролизин (входит в состав некоторых ферментов метаболизма метана у метаногенных архей, является производным лизина и кодируется стоп-кодоном УАГ). Иные атомы в этих АК образованы элементарными частицами с иными же характеристиками (в частности, поколениями кварков). Данные нестандартные АК воспроизводятся в путях биосинтеза стандартных АК и используют стоп-кодон-опосредуемое кодирование. Хотя, – роль ДНК / РНК - редактирования (потенциально возможная) при воспроизводстве этих кодонов специально не оценивалась [2]. Поэтому в.н. 21-плетное состояние может отражать возможность присоединения к УГК нестандартных аминокислот (за счет стоп-кодонов; также, не исключено, в запасе могут оставаться кодоны аминокислот, кодируемых несколькими кодонами) [157].

Было установлено (считают), что в.н. ДИС-симметрия связывает на нехимическом уровне фермионные право-кварковый 61-плет (функциональных кодонов аминокислот) и левый 20-плет (самих аминокислот). Предположили, что эта корреляция проявляется в УГК-кодировании. Квантово-физическая компонента механизма корреляции параметра «кодон-аминокислота» (а физико-химическая компонента со счета также не сбрасывается), по-видимому, состоит в том, что, во-первых, кварки d (первого

поколения; более легкие), s и c (кварки второго поколения; более тяжелые) формируют кварк-триплетные сочетания левых стоп-кодонов азотистых оснований А, Т и Ц. Причем массы этих кварков зависят от параметра теории слабого взаимодействия, – т.н. поляризационного угла (Кабиббо), характеризующего отношение вероятностей процессов «без» и «с» изменением странности частиц. Одновременно, с массой кварка растет и порядок оси кристалла. Тогда оставшийся u-кварк участвует в формировании гуанина (Г). При образовании двойной спирали, скорее всего, связывается поляризационная пара кварков одного поколения: например, d-кварк цитозина связывается с u-кварком гуанина (оба кварка первого поколения) с образованием, в итоге, Г≡Ц пары. Анологично s- и c-кварки второго поколения участвуют в формировании А=Т пары [157]. {{*Коммент. авт.* (выводы): таким образом, кварк-зависимым способом описания соответствующей симметрии генетического кодирования может оказаться не только тот, что реализуется на уровне ДНК / РНК (1), но и в отношении сенс- / нонсенс-кодонов (2) и формирования комплементарных Г≡Ц и А=Т пар в двунитевых ДНК / РНК (3). Дело в том, что каждая пространственно-временная эпоха, не исключено (и включая наш гравитирующий G-мир), может характеризоваться специфическим соотношением параметров квантовых характеристик даже у однотипных элементарных частиц (например, различных поколений кварков)}}.

Таким образом, выполняется правило Чаргафа для ДНК. Кварковая симметрия в кристаллах гравитирующего мира влияет на соотношение нуклеотидных оснований в стоп-кодонах и сенс-кодонах ДНК, в которых относительная встречаемость оснований различная: Г–48 раз, Ц–46, А–45 и Т–44 раза. Антикодоны, расположенные на одном конце тРНК, взаимодействуют с кодонами мРНК (копией одной из нитей ДНК), а другой конец тРНК «поставляет» аминокислоту к месту пептидного синтеза растущего в рибосоме белка. Но между взаимодействующими паттернами тРНК (антикодоном, включая «вобблирующую» его часть) и мРНК (кодоном) с одной стороны, и тРНК и АК с другой нет взаимооднозначного соответствия: в реализации кода участвует около 40 тРНК (в митохондриях это еще более резко выражено [2]: у разных биологических видов там присутствует только 20-27 видов тРНК, и антикодон одной тРНК может узнавать несколько разных кодонов в мРНК) и многокомпонентная «рибосомная прокладка» [157]. При кодон-антикодонном взаимодействии одна пара нуклеотидов, как правило, может «вобблировать». А среди нуклеотидов, прежде всего антикодонов тРНК / мт-тРНК, а также кодонов мРНК, рРНК и ДНК, есть и модифицированные основания (псевдоуридин,

и др.) [2]. Эта неоднозначность напоминает ситуацию с малыми РНК, когда для одной микро-РНК имеется несколько мРНК-мишеней, а разные участки одной и той же мРНК-мишени могут взаимодействовать с несколькими разными малыми РНК [9].

С другой стороны, можно предположить, что и физико-химическая часть, компонента кодирования (для первых двух нуклеотидов кодонов), также играет соответствующую роль, но дополняется в.н. кварковыми взаимодействиями h- и G-миров через «вобблирущие» третьи нуклеотиды кодонов (и др.).

В поляризационной теории генетическое кодирование определяется кварковыми взаимодействиями квантового (h) и гравитирующего (G) миров. Можно рассмотреть пример спектров вырождения генетического кода (УГК). В дикварковой модели вырождения УГК допускают, что кодировка идет за счет 24-плет комбинированных полей, действующих между правыми кварками кодонов аминокислот. Из них 23-плета взаимодействуют с 61 функциональным кодоном, а оставшийся фотоногравитонный синглет разрывает между ними связь и функционирует как стоп-кодон.

Рассмотрим степень вырожденности кода, соответствующего ДИС-симметрии с 20-плетом аминокислот, и за счет механизма кодировки комбинированными полями, осуществляемого двумя (из трёх) правыми кварками нуклеотидов кодона. При четырёхбуквенном алфавите (ДНК / РНК) дикварки содержат 16-плет (4^2) кварков. Чтобы число дикварков превышало число аминокислот, в кодировке должны участвовать два дикварковых октета. Первый октет кодирует аминокислоты, когда присоединение любого из четырех кварков в качестве третьего кодировку не меняет. Второй октет кодирует по две аминокислоты (со степенью вырождения 1, 2, 3 и разделением квартета третьих кварков в соотношении 1:3 и 2:2). Возникают 24 способа кодировки 20 аминокислот и триплетов стоп-кодонов, связанных с двумя октетами дикварков. В кодировании АК принимают участие 23 комбинированных поля, локализованных в поляризационном мире. Двадцать АК кодируются 20-плетом комбинированных полей, содержащих гравионное поле. Без введения гравионного и комбинированных полей понимание явлений гравитирующего мира не будет достигнуто. Три комбинированных поля его не содержат и параллельно кодируют все три шестикодонных аминокислоты первого октета дикварков (Арг, Лей и Сер), которые увеличивают степень вырождения кодировки до наибольшего «кристаллического» значения (p=6). Остальные пять дикварков этого октета сохраняют степень вырождения равную четырем (p=4; касается всех четырехкодонных аминокислот: Вал, Про, Тре, Ала и Гли) [157].

Второй октет дикварков осуществляет 16 кодировок. Они включают 13-плет хирально-симметричных и соответствующих ДИС-симметрии кодировок со степенью вырождения p=2 (число таких кодировок равно 9-ти; касается всех 9-ти двухкодонных аминокислот: Фен, Тир, Гис, Глн, Лиз, Асн, Асп, Глу, Цис). Синглетное состояние 13-плета соответствует стоп-кодонам, а в оставшемся 12-плете три кодировки являются параллельными и участвуют, как обозначено выше, в кодировке аргинина, лейцина и серина. Две и одна кодировки имеют степень вырождения соответственно p=1 (касается однокодонных Мет, Три) и p=3 (касается трехкодонного Иле). Таким образом, видно, что дикварковый спектр вырождения и спектр вырождения УГК соответствуют друг другу. Это означает, что спектр вырождения УГК обусловлен фундаментальными симметриями h- и G-миров, которые использовались при получении дикваркового спектра вырождения. Число возможных кодов, построенных на дикварковой модели, не очень велико, но современный УГК в ней не является единственно возможным кодом (т.е. двойную кодировку мог бы иметь и другой триплет нуклеотидов кодонов аминокислот). Причем в данной модели это не вопрос эволюции, – а свойств / проявлений живой материи гравитирующего мира, приходящих из квантового мира. Множественность генетических кодов характеризует вероятность существования форм жизни, отличных от земной. Поэтому универсальность наблюдаемого УГК, скорее, относится к реализации кода в конкретных (земных) условиях [157].

Заключение

Приведенная во всеобъемлющей, но далеко не безукоризненной ПТМ-концепции, гипотеза кварк-ассоциированного формирования, эксплуатации и, возможно, поддержания универсального генетического кода (*зд.,* современного УГК) позволяет все-таки по-новому взглянуть на возможную природу кода. Концепция нацелена на отражение физики скрытых / непроявленных процессов рождения частиц / античастиц (и других их категорий), полей и остальных физических сущностей в т.н. нуль-вакууме, аналоге диполь-связанной поляризация. При этом суммарные значения физических величин, которые все комплексны, остаются нулевыми, – подобно заряду в диэлектрике. Мнимые же компоненты полей выступают в роли информационных субстанций [158]. Кроме естественных физико-химической и биологической (не исключено, вторичных), код, по-видимому, обладает также и чисто физической (вероятно, базовой) компонентой своего

возникновения / поддержания в гравитирующем мире. Кварк-содержащие атомы формировались до начала всех потенциально возможных процессов биологического становления и, вероятно, участвуют во многих других, пока неизвестных нам фундаментально протекающих во Вселенной процессах [157, 158].

ПТМ, – поляризационная модель Вселенной с нарастающей массой. Она не содержит не редко трудно трактуемые в космологии гипотезы инфляции, Большого взрыва и темной энергии. В ней отсутствует предположение об однородности / изотропии распределения вещества Вселенной, не возникает проблем начального состояния, зарядовой асимметрии, горизонта, плоского пространства. ПТМ избавлена от трудностей, присущих современным моделям Вселенной, которые преодолеваются с введением новых же гипотез, также не лишенных противоречий. Только время покажет, является ли это плюсом. Поляризационная модель: удовлетворительно описывает наблюдаемый спектр звездных и галактических систем, их усредненные (поляризационные) характеристики, а также основные свойства Солнечной квантовой системы (в частности, позволяет высокоточно вычислять орбиты девяти планет, периоды их собственного вращения, массы и моменты количества движения планет и Солнца, мощность излучения последнего); дает согласующиеся с наблюдениями параметры Вселенной (скорость расширения, плотность барионной и связанной в галактиках темной материи, многообразие легких элементов), а также спектры галактических и звездных структур. Данный подход развит и апробирован применительно к явлениям не только косной, но и природы живой материи. Детальное описание ПТМ-концепции, ассоциированное с рассмотрением возможности многосложного устройства Вселенной (содержащей материю, антиматерию, темную материя), приведено в монографии [157]. Приведенные работа и связанное с ней направление не являются единственными (см., например, [215]).

Модель квазикристаллического вакуума

(упрощенное и сокращенное обозначение лишь некоторых основных вопросов)

Некоторые общие положения

Существует привлекательно разрабатываемая С.Н.Голубевым не механистическая модель квазикристаллической структуры вакуума (разных порядков симметрии) [203]. Согласно модели, вакуум, а также вещество и объекты Вселенной (включая живые организмы, клетки, субклеточные, атомные, субатомные структуры, элементарные частицы), во-первых, имеют, а во-вторых, имеют не случайно-хаотичную, не диффузно-облачную, а дискретную, структурно-квантованную и фрактально-организованную геометрию систем виртуальных и неожиданно значительных по объему оболочек своего динамичного микромира (начиная с элементарных частиц и ядра атома). Это единственное, но главное изменение в стандартной теории (СМ / СТ), которое ведет к лавинообразной цепной реакции различных следствий, так или иначе затрагивающих бóльшую часть естествознания. Поскольку предложенная геометрия никак не может быть представлена в рамках СМ (даже для электромагнетизма), то все формальные описания, и, по-видимому, «в наказание за отождествление частиц, имеющих разные массы и, предположительно, структуру с бесструктурными точками», в квантовой механике относят не к реальному геометрическому пространству, а к различным абстрактным пространствам. Среди последних: многомерное фазовое, квантовых чисел, координатное пространство энергий электронных зон в твердом теле, и др. Исходно модель квазикристаллического вакуума изучалась с использованием и при анализе данных микроскопии (электронной, туннельной, оптической), дифракционных картин (при РСА), а также специальных разделов кристаллографии, минералогии, палеонтологии, и др. Надо заметить, что бесструктурным объектам в квантовой механике в прошлом веке предшествовали (и достаточно долго главенствовали) таковые же в различных разделах химии (макроскопические тела казались сотоящими из микроскопических частиц без формы и размеров, а возвращение геометрии в различные разделы химии продолжалось десятки лет) [203].

Прежде всего, модель важна для определения обычно не имеющих объяснения:

а) соотношения и самого факта существования природного набора дискретных, но устойчивых и фрактально организованных наборов масс четко структурированных частиц (т.н. «зоопарка» из нескольких сотен элементарных частиц), а также численных значений некоторых безразмерных фундаментальных величин (например, константы слабого взаимодействия 1/137 в электромагнетизме, определяемой соотношением между скоростью света и скоростью электрона на первой орбите атома водорода; гравитационной постоянной, и др.);

б) причин вероятностного поведения частиц и подчинения принципу Паули; и др.

Повышенно устойчивыми являются и структуры полностью заполненных энергетических уровней электронов и их сферических, эллиптических и других орбит (с числом 8, 10 и 18 электронов), – но это не вытекает из законов электромагнетизма и квантовой механики, дающих только формальное описание комбинаторике квантовых чисел, но не структурное объяснение. Строго постоянные массы покоя и устойчивость структурной организации каждой частицы и каждого комплекса с постоянным числом частиц в составе дискретных виртуальных оболочек (или ГРОД, гравитационных оболочках дискретных) вокруг реальных частиц и атомных ядер возникают в связи с набором симметрий (алгоритмов формирования в.н. структур), трансдуцируемых «вездесущим» вакуумом и его квазикристаллическими структурами. Виртуальные оболочки выполняют роль дискретных, абсолютно прозрачных границ ятомных ядер (что было причиной их необнаружения), и по размеру сравнимы не с ядром, а со всем атомом [203].

Кроме того, в.н. «положение дел», упрощая оценку вероятностного фактора, не может не вносить значительную (возможно определяющую) лепту в возможность детерминированной направленности эволюционных процессов (в соответствующих модели рамках). Это происходит с участием квантованно-программируемых дискретных конфигураций (био)(макро)молекул. Последние не способны избежать, во-первых, первично абиогенного формирования своей квазикристалличности, т.е. сформироваться вне рамок самого вакуума-матрицы. А содержащие эти (био)(макро)молекулы клетки, как это ни парадоксально и во-вторых, не могут избежать «медленного / постепенного приспособления к квазикристалл-организованной структуре физического вакуума», являющегося реально формирующим компонентом окружающей среды. Тогда упорядоченные «живые структуры», их организация / самоорганизация могли развиваться только (и независимо от одновременно возможного вклада компоненты, связанной с

гипотезой Панспермии) с участием постоянно и все более упорядочивающихся же, но еще не живых кристаллических, жидко-кристаллических и квазикристаллических структур. Здесь можно заметить, что в.н. упорядочение связано с существованием у разных молекул и кристаллов целой системы совпадающих структурных / безразмерных параметров и соотношений (приведены ниже), объясняющих, в частности, реально существующие язык генетического кода, строение клеточного жгутика, митотического веретена, и др. Также в.н. структуры могли внести весомый вклад в процессы симбиотического генезиса эукариот, формирования пищевых цепей и первичных биоценозов. А на основе квазикристаллических структур живого вещества, скорее всего (и при наступлении момента), будет возможно широко изучать и еще не проясненую часть квазикристаллической структуры самого исходного квазикристаллического / физического вакуума [203].

Различные типы реальных и реально-виртуальных взаимодействий и симметрий в микро- и макромирах

Все начинается с элементарных частиц, каждая из которых, помимо реальной, также содержит и виртуальную (реально-виртуальную) компоненты, и в пространстве микромира не является такой материальной точкой, которая бы не пульсировала и могла бы быть использована в качестве абсолютной системы отсчета. Можно считать, что «глубоко модернизированным вариантом механики материальной точки до сих пор остается формализм квантовой механики», список понятий в которой часто оказывается не применимым к микромиру (в частности, в отношении «светового луча»). Квантовая механика научилась обходить, но не объснять многие т.н. «трудные вопросы» физики с позиций пульсирующих силовых взаимодействий, – заменив их энергетическим подходом. Это происходит вне рамкок понимания того, что:

1) существуют как сложная динамически пульсирующая геометрическая структура физического вакуума, так и частицы с разными свойствами и чередующимися состояниями;

2) в масштабах микромира постоянные поля отсутствуют, т.к. здесь реализуются специфические особенности симметрии, при которой взаимодействия распространяются сразу на некоторое множество идентичных виртуальных точек (*зд*. их 59; анализ см. ниже).

В пространстве же макромира, и в зависимости от системы отсчета, материальной точкой часто признают объекты размером от коллоидных частиц – до галактик. Силовые взаимодействия на уровне микромира в замкнутых электрических цепях, – или на основе биотоков (например, в мозге), – обеспечивают электрические заряды, движущиеся против сил ЭМП (создают ЭДС). Они формируются с использованием сторонних механических сил (текущей водой, сжатым газом, ветром, др.), – и иных сил не-ЭМ-природы. Без таких сил не работают ни электрические батарейки, ни многоразовые аккумуляторы и др. Тем самым, у генератора вызывается движение обмоток ротора и противодвижение электронов проводимости. В электрохимии продвижение единичных электронов / ионов происходит, вероятно, за счет особого вида управляемого / упорядоченного квантового туннелирования, свойственного частицам (*зд*. электронам) с чередующимися квантовыми состояниями, одно из которых имеет не-ЭМ природу и позволяет двигаться против ЭМП. А в случае современной интерпретации использования химических сил, и в макроскопической электродинамике, происходит эксплуатация взаимодействий ЭМ природы [203].

При рассмотрении химических и биологических явлений также необходимо включение в них мира физического вакуума и виртуальных частиц. Тогда будет лучше понятно, например, почему:

а) в химических процессах свойства электронов внешних и внутренних орбит атомов оказываются разными (то же относится и ко многим чисто физическим явлениям, которые могут меняться до неузнаваемости при изменении масштаба рассмотрения: например, обычное механическое трение на атомарном уровне превращается в электрическое взаимодействие трущихся на поверхности частиц);

б) все фуллерен-подобные структуры в составе виртуальных оболочек ядра атома или реальных элементарных частиц, и подобно главному свойству уже не гипотетических бозонов Хиггса (с неожиданными свойствами), содержат комплексы принципиально неотличимых частиц-бозонов, создающих основную массу вещества. А в органеллах живой клетки для создания энергии требуются микроаналоги батареек / аккумуляторов (каковыми, в частности, могут быть поглощаемые кванты света), – также работающие на основе действия в.н. сторонних сил не-ЭМ-природы [203].

Виртуальная компонента элементарной частицы (*зд*. на примере протона), предположительно:

а) состоит из 60 одинаковых т.н. безмассовых гронов (расположенных вокруг реальной / заряженной частицы). Они ненаблюдаемы для современных приборов (хотя «вычисляемы» по косвенным признакам), исключают понятие абсолютной точки отсчета в квазикристаллическом вакууме, выстроенном в процессе синтеза гипотез газообразного и квазикристаллического эфиров, и делятся между различными кварками с элементарными зарядами в |1/3| и |2/3| на две группы, – соответственно, в 20 и 40 частиц. С участием протона это будут группы в 21 и 41 частицу. Эти две группы коллективно вращаются вокруг взаимно перпендикулярных осей, с разными скоростями, но частицы каждой одной группы неподвижны относительно друг друга (и в электромагнетизме они могут характеризовать компоненту в 21 • 41 = 861 элементарное магнитное взаимодействие). А единственная реальная частица попеременно участвует сразу в 2-х вращениях (что учитывается поправочным коэффициентом π / 861 в уточненном коэффициенте т.н. константы Зоммерфельда, отражающей отношение скорости вращения тороидальной структуры частицы к скорости света). При этом протон, помимо формирующей массу ГРОД («гравитационной» оболочки с 60 гронами), содержит также и «электромагнитную» облочку из 60 виртуальных частиц-эмонов (у электрона ГРОД отсутстсвует, но имеется только «электромагнитная облочка дискретная», ЭМОД, характерная для всех заряженных элементарных частиц);

б) может: охватывать дискретное и определенной конфигурации значительно упорядоченное пространство вблизи идеальной частицы; а также формировать до 99% инертной массы частиц / вещества, – динамически и за счет в.н. специфических взаимодействий в составе дискретных виртуальных оболочек. Не имеющие массы виртуальные частицы не формируют собственно (в обычном смысле) гравитационные взаимодействия. Взаимодействия с участием таких частиц ведет к формированию не постоянных гравитационных полей, а к необычному суммированию переменных гравитационных полей большой интенсивности (см. далее). Заметим, что в КЭД не только для переменных гравитационных полей, но даже и для поведения частиц в различных, не редко абстрактных вариантах пространств, уравнений, описывающих поведение таких частиц, не существует [203].

Принцип «1/3», работающий, в частности, в отношении заряженных кварков с зарядом в ± |1/3|, по-видимому, оказывается в скрытом (и в некотором смысле «суперсимметричном») виде работающим не только в отношении электромагнитных, но и гравитационных виртуальных оболочек. Это проявляется при формировании масс не

состоящих из кварков аналогов электрона, – тяжелых лептонов («тяжелых электронов», с бóльшими на 1-2 порядка массами). Последние, как и электроны, не участвуют только в сильных взаимодействиях, а при структурной инверсии (чередовании состояний; см. ниже) идентичности их ЭМ-взаимодействий переходят в таковые для слабых ядерных взаимодействий. При инверсии / чередовании состояний частиц в сильные взаимодействия трансформируется не масса (керна частицы), а только ГРОД / грон-опосредованные взаимодействия виртуальных оболочек (поэтому электрон, не обладающий ГРОД, в них не вступает). Тау-лептон (*зд*.) трижды фрактально усиливается системой из 3-х виртуальных ГРОД-оболочек:

1) в 11 частиц, характеризуемой всего 12 частицами с 66 попарными взаимодействиями, и имеющей форму аналога икосаэдра с 12 вершинами (11 частиц + сам керн, – центр массы, *зд*. икосаэдра);

2) в 20 частиц, роль центра реальной массы (керна) выполняет первая оболочка, характеризуется всего 21 частицей, 210 попарными взаимодействиями, имеет форму додекаэдра с 20 вершинами;

3) в 82 «магические» частицы (с ролью керна, выполняемой второй и первой оболочками; и типом геометрии «икосаэдр внутри додекаэдра»), характеризуемые всего 83 частицами с 3403 попарными взаимодействиями и несколько иными характеристиками [203].

Второй тяжелый лептон – мюон. Он имееет 36 частиц (35 + 1), 630 попарных взаимодействий, первая его оболочка аналогична таковой у тау-лептона, третья оболочка отсутствует, а вторая претерпевает такое структурное изменение, при котором ее вклад в общую массу увеличивается ровно в 3 раза.

Таким образом, тройственная симметрия может реализоваться не только на уровне кварков. И тогда впервые появляются аргументы того, что различные поколения однотипных, но сильно различающихся по массе частиц, – в.н. тяжелые фундаментальные лептоны, и даже электрон, – могут оказаться различными ГРОД / (ЭМОД)-структурообзазующими вариантами и компонентами реальных фрактально выстроенных составных квазикристаллических структур. А без фрактальных ГРОД-систем тяжелые лептоны превращаются в обычный электрон.

Расчет (алгоритм вычисления) массы частицы с оболочкой из 60 безмассовых, но упорядоченно структурированных виртуальных частиц, связан со специфическим взаимодействием с центром реальной массы протона (керном в 6 масс электрона, $6m_e$)

комплекса из 61 частицы. Такой комплекс «собирается» в соответствии с принципом «генерации масс», и в нем возможно 1830 попарно-одинаковых взаимодействий (условно эдектростатических). Это соответствует известному соотношению масс электрона и протона (1:1836,15) с определенными абсолютной (в 0,15 массы электрона) и относительной (0,008%) погрешностями.

Сходная ситуация, и с поправкой на «аромат» кварков, вносящих динамическую компоненту, имеется и у дугого нуклона, – менее стабильного вследствии приобретиния одного кварка с большей эффективностью массы, т.е. нейтрона. Керн симметрии (*зд*.) формируется реальной осью симметрии не 5-го порядка, как можно было бы ожидать исходя из возрастания его массы (на $5m_e$) по отношению к электрону, а 3-го порядка, необходимого для формирования основных закономерностей теории кварков (по $3m_e$ для каждого из условных 3-х кварков, – и 3-х глюонов, в покое массы не имеющих) [203].

Таким образом, протонный керн, возможно, должен формироваться тремя суперсимметричными фермион-бозонными парами. Не исключено, пары испытывают колебательный процесс попеременного чередования кварк-глюонных состояний (когда протон оказывается единственной стабильной и полностью суперсимметричной частицей из числа сотен частиц, построенных на основе кварков / глюонов). При увеличении энергии различные частицы увеличивают как период между колебаниями, так и длительность пребывания в каждом из чередующихся состояний и пропорцию интенсивностей разных видов взаимодействий. Именно усиление сильного ядерного взаимодействия (природа которого понятна не до конца) по мере отдаления разлетающихся кварков друг от друга подтолкнуло к разработке понятия о чередовании состояний частицы. Усиление в.н. «конфайнмента» кварков, – одна из нерешенных проблем физики, решаемая, однако, в рамках представлений о т.н. «обратном векторном пространстве». В этом случае изучаются не только электронномикроскопическая прямая, но и дифракционная (обратная ее проекция) картинки с дифракционными максимумами (т.н. рефлексами), разбросанными на экране или фотопластинке обратно пропорционально расстояниям между рассеивающимися частицами. Далее производится анализ положения дифракционных точек микрокристалла фиксатора (*зд*. серебра; др.), оказывающихся при смене масштаба трехмерным микрокристаллом из большого числа атомов, еще бóльшего числа нуклонов и огромного числа кварков. При этом учитывается, что протон находится то на одной из чередующихся стадий / фаз своей структурной формы, когда кварки имеют электрический заряд и не участвуют в сильных ядерных взаимодействиях, то на другой

фазе, когда электрический заряд отсутствует, а проявляются ядерные взаимодействия. И обе фазы являются дифракционными картинами друг друга. Выходит, что большое число кварковых квантовых чисел с экзотическими названиями просто описывает скрыто-сложные геометрические закономерности инверсирующих структур частиц при чередовании / смене форм их существования (когда теория глюонов описывает внутрипротонную динамику реальных волн де Бройля в отношении изолированных кварков, не свободных и не способных «в одиночку» вызывать их генерацию).

Заметим, что геометрически ГРОД-оболочка, как будет описано ниже, аналогична базовому фуллерену C_{60} и основана на фрактально повторяющихся структурах с пентагональной симметрией. Интересно, что фрактал-(ГРОД)-фуллерен-подобная конструкция характерна:

а) для некоторых вирусов, имеющих оболочку из 60 молекул белка (по три на каждой из 20 граней икосаэдра);

б) при формировании (био)химических имитаций квазикристаллических структур вакуума фрактал-подобными доменами воды;

в) подобное можно продолжить в отношении фрактальности панцирных структур (кератиновых пластин и фибрилл, соответственно, гигантской ископаемой черепахи и волоса человека; кокколитов, и др.) [203].

Нуклоны (протоны / нейтроны) участвуют во всех 4-х типах фундаментальных взаимодействий, но идентичность выявляют только в сильных ядерных электрозаряд-независимых взаимодействиях. Их магнитные моменты различаются по модулю и имеют противоположные знаки. Слабые ядерные взаимодействия делят протон и нейтрон по ЭМ-свойствам: после инверсии протон оказывается стабильной, а нейтрон – быстро распадающейся частицами (подобная трансформация физических свойств происходит и с наиболее легкими из адронов – пионами). Свободные нуклоны отличаются от тех, что входят в состав ядра атома также, как хлор свободный (Cl_2, ядовитый газ) от незаменимого в составе крови иона хлора (Cl^-), отличающихся всего одним электроном. В составе атома виртуальные оболочки ранее свободных нуклонов, и с участием близкодействующих ядерных сил, включаются в общую виртуальную оболочку ядра атома как единого целого. У тяжелых ядер имеются сотни виртуальных частиц, квадрат числа которых пропорционален массе частицы. При этом сами нуклоны ядра оказываются без таких оболочек, а оставшаяся масса их кернов, – в ~300 раз меньше таковой у свободных нуклонов; (в случае, например, альфа-частиц керн двух пар протон / нейтрон –

больше, но все равно составляет только менее 1% массы частицы). Энергетический эквивалент каждого попарного взаимодействия (в массу одного электрона) равен 0,511 Мэв, – что в ~10^5 раз больше энергии одной валентной химической связи, – и мало зависит от расстояния, т.к. одинаков для всех неодинакого удаленных друг от друга точек взаимодействия.

По-видимому, природа генерации постоянных гравитационных полей связана, в том числе, и с взаимодействиями безмассовых виртуальных частиц, формирующих переменные гравитационные поля с вихревой конфигурацией. То есть, выходит, что нечто не имеющее массы покоя участвует в ее формировании. Причем, во-первых, масштаб различий между реальными постоянными гравитационными полями и гипотетическими переменными гравитационными полями, для которых реально-признанные генераторы / детекторы еще только создаются, оказывается неожиданным. Оболочки виртуальных частиц представляют собой структурные центры волновых взаимодействий в физическом вакууме с его квазикристаллическими и информационными (например, в простанстве квантовых чисел) свойствами. Виртуальные частицы (условно) можно сопоставлять с дифракционными максимумами, а связанную с ними оболочку, – с 3D-дифракционной картиной, схожей с голограммой неэлектромагнитной природы. Формируя массу, фрактально организованные виртуальные оболочки (практически это пока не обсуждается) увеличивают массу керна частиц в сотни раз, и работают, тем самым, в режиме «гравитационных усилителей»: в ~306 раз, например, в случае протонов, и в ~250 раз – альфа-частиц. {Подобным образом не подключенный к питанию, по сути обесточенный ферромагнитный сердечник (допустимая аналогия), расположенный внутри катушки с постоянным электрическим током, обеспечивает усиление ее магнитного потока в несколько тысяч раз}. Аналогично, атомное ядро может оказаться природным генератором собственной массы, – с генератором (керном ядра) и усилителем (ядерной гравитационной виртуальной оболочкой) [203].

Отступление 4. Возможные природные генераторы собственной массы

Заметим, что такие генераторы микронного размера, вероятно, могут существовать у живых организмов, а большого размера, – например, у земного шара. К подтверждению последнего примера могут относиться такие известные эффекты, как:

(1) горизонтальный дрейф континентов в результате тектоники литосферных плит и действия сил по разрыву / перемещению более протяженных континентов, формированию контуров менее протяженных материков и созданию структур планетарного масштаба;

(2) эллиптические движения планет (см. подробности в [203]).

Эллиптические и круговые движения планет, и из-за сил инерции, принципиально различны. Это можно сравнить с таковыми же движениями фотона (и в соответствии с правилами отбора), который излучается при переходе электрона на более низкий энергетический уровень с другим побочным квантовым числом и изменением эксцентриситета. Последний показывает степень отклонения от окружности конического сечения эллиптической орбиты электрона, на которой могут иметься участки с чередованием его ускорения / замедления и, соответственно, с физически разнокачественными (т.е. не слагаемыми) векторными величинами самого момента количества движения или его проекциями на произвольно выбранную ось. Однако переход электрона с одной круговой орбиты на другую (с меньшим радиусом), когда вращение по окружности происходит с постоянной скоростью, – безызлучательный, и с выделением энергии в виде тепла и движения атомов. У самих макроскопических тел (например, у гироскопов) в.н. чередующихся состояний с разными свойствами не наблюдают, но парадоксальный эффект изменения их массы, и предположительно за счет вращающихся виртуальных структур вакуума, с некоторой частотой, и при контроле на весах / гравиметрах, фиксируют [203].

Однако, не редкость, формализация расчетов подобных ситуаций (как, например, в случае, рассмотренном выше Н.А. Козыревым) производилась с некорректными векторными преобразованиями: «ход времени» определялся при делении на вектор (1); в отношении, например, фотона т.н. зеркальное преобразование пространства, и с сохраненем одной из трех его координат, на самом деле являлось пространственной инверсией с изменением всех трех, а не одной-двух координат (2); и др. (3). При этом необходимо учесть, что сначала в классической, а потом и в квантовой механике не был решен вопрос с самим понятием и действием инерциальных сил (очевидным кажется движение по инерции не только планет вокруг Солнца, Солнца в галактике, Земли вокруг собственной оси, но и электрона вокруг ядра атома, фотонов при распространении ЭМ-волн, и т.д.). Связь принципа Паули с силами инерции (контактно силовыми взаимодействиями), возникающими при смене состояний движения в двух последовательных моментах времени, не ассоциировалась с учетом неизбежного

существования между этими состояниями интервала. Этот последний иногда называют «вакуумным фантомом», – понятием, совместимым одновременно со вторым законом Ньютона (связывающим силу, массу и ускорение) и принципом неопределенности в масштабах микромира.

Связь инерции с постоянной гравитацией общеизвестна. Но возможное появление переменной составляющей и существование ее крайне непривычной / сложной динамики вносит в силовые взаимодействия движущихся частиц с чередующимися и разделенными во времени состояниями парадоксальную специфику недостаточно формализуемой экспериментальной воспроизводимости, точные законы которой пока изучены крайне слабо. Тем не менее, здесь прослеживается, по крайне мере, некоторая качественная, но довольно сложная аналогия с электромагнетизмом, в котором симметрия между электричеством и магнетизмом носит чисто динамический характер. Причем магнитное поле на неподвижный заряд не действует и неподвижным зарядом не создается. При увеличении скорости заряда, и в одной системе отсчета, магнитные эффекты усиливаются. Кроме того, необходимо учитывать, что два вида магнитых полей (в составе магнитного поля проводника с током, во-первых, и ЭМ-волны, во-вторых) хотя и одинакого действуют на заряды и магниты, тем не менее, по-разному образуются и затухают. В первом случае затухание происходит на бескончности, во втором – без изменения длины волны или каких-либо (без)размерных параметров {среди последних, – любые кристаллографические межатомные и межплоскостные (целочисленные и дробно-квантованные, в частности, кратные 1/3 и др.) расстояния, связанные с безразмерными пропорциями между членами степенного ряда «золотого сечения» (см. ниже)}. Не исключено, что два в.н. типа магнитных полей по разному взаимодействуют с двумя же, постоянной и переменной, составляющими гравитационного взаимодействия [203].

В макроскопических же исследованиях электромагнетизма вопрос об условиях генерации ЭМ-волн не ставился, т.е. не учитывалась неизбежно необходимая роль сторонних сил. Законы Кулона, Ампера и генерации ЭМ-волн не являются следствиями макроскопической теории Максвелла, предусматривающей возможность описания гравитационного поля, функционирующего в искривленном пространстве. Аналогично законы взаимодействия переменных гравитационных полей с веществом и другими полями, про которые СМ / СТ ничего не предполагает, не выводятся из описания постоянных констант гравитационных полей и теории относительности. А существование дискретных корпускулярных переносчиков в микромире остается практически

безальтернативным. {Заметим, что пересмотр теории относительности с помощью некоторых формально-математических строгих выкладок и подходов, однако, часто не учитывает специфику микромира, к которому неприменимо понятие материальной точки, – что, тем не менее, не оправдывает подход рассмотрения этой теории в качестве необъяснимого парадокса}. Гравитационные эффекты могут создаваться не самими по себе большими массами. Так, например, в обычном электоромоторе никакого накопления электрозаряда не происходит, и силовые эффекты создаются только за счет динамических эффектов. А передача больших энергий (например, при функционировании ЛЭП) может осуществляться ЭМ-волнами (фотонами без массы и заряда), прилегающими в смежном к проводнику пространстве. Причем при скорости света магнитная и электрическая энергии фотона тождественно равны друг другу. Материальные объекты (включая «живое вещество») могут содержать структуры, в которых виртуальные взаимодействия движущихся частиц формируют не постоянные массу и гравитационное поле, а большой интенсивности переменные поля [203].

Приведем некоторые допустимые примеры. Предполагается, что при землетрясении нарастание интенсивности именно этого, а не какого либо другого фактора, заставляет некоторые типы животных быстро и на определеный срок покидать одни и уходить в другие места обитания (такое поведение животных хорошо документировано). В то же время, приборное обеспечение фиксации, как и физически смысловая формализация самого данного показателя, в стандартных теории / физике пока отсутствуют. Или другой пример возможной визуализации переменных гравитационных полей с вихревой конфигурацией. Его связывают с жидкостями, в которых происходит процесс проявления (промывания / высушивания) засвеченных фотопластинок высокого разрешения, и при большом увеличении, с различными неожиданными объектами (такими как морские звезды, др.) в разбавленном растворе фотоослабителя. Создается эффект круговой микроциркуляции и возникают следы воздействия традиционных / нетрадиционных источников излучений (от маломощных лазеров, генераторов с вероятной не-ЭМ-компонентой, др.) в виде изображений, выходящих за пределы габаритных размеров объектов и, предположительно, визуализирующих ближнее переменное гравитационное поле (причем в дискретных границах). При смене режимов наблюдаются исчезновение или медленно-«волотильное» (иногда очень медленное, с т.н. «полевым пробоем») восстановление изображений. А в случае изъятия части исследуемого объекта (*зд*. морской звезды) измененная визуализированная картина его ближнего поля, и в течение

ограниченного времени, все же содержит следы («память о былом единстве») целого объекта. Фиксация изображения производится различными модификациями:

а) туннельного микроскопа (электропроводящей иглой; или, в случае оптического его варианта, световодом, с разрешающей способностью в 1 нм), позволяющего, в частности, визуализировать отдельные атомы кристаллических электропроводных материалов;

б) атомно-силового микроскопа (с использованием специального усика). Это происходит, соответственно, в условиях электропроводности или наличия сверхслабых механических сил. При качественно / внешне схожем кирлиан-эффекте (см. ниже) специфический рисунок фотографии также возникает, – но в условиях дополнительного подведения высокочастотного или высоковольтного электрического поля, а не в.н. предполагаемых источников гравитационных излучений [203].

Законы взаимодействия в.н. двух типов гравитационных полей с веществом не могут быть качественно идентичными, – подобно таковым для электрических и магнитных полей (о чем известно порядка полутора столетий). Тогда безмассовые виртуальные частицы, по сути, могут оказаться «рабочим телом» своеобразных генераторов с очень малой массой (или даже условно «отрицательной» массой, обеспечивающей притяжение частиц / тел, – и подобной той, что содержат заряженные / нейтральные бозоны; см. ниже). Не исключено, что, как и в случае с электричеством, когда поначалу только реакция именно мышцы лягушки определяла эффект электрического напряжения (т.е. присутствия / отсутствия заряда) в гальванометр-, а чуть позже и в вольтметр-содержащей цепи, – именно биообъект может оказаться первым искомым специфическим генератором массы в микромире.

Такими биообъектами могут быть, в частности, планктонно плавающие скопления эукаритических одноклеточных кокколитофорид (в переводе – «круглые камни»; появились ~540 млн.л.н., в раннем кембрии, в докембрийских отложениях отсутствуют), – самой массовой группы морского и океанического нанопланктона. Количество его микронных осадков измеряется астрономическими цифрами. Фрагменты панцирей кокколитофорид составляют почти 90% обычного писчего мела и покрывают практически неограниченные участки морского дна / ила, помогая изучать возраст осадков и пород отложений. Эти водоросли имеют минерализованный биокристаллический панцирный балласт с пористой кремниевой оболочкой (SiO_2), но не имеют жгутиков, – по крайней

мере, на определенных стадиях развития, – и не содержат газ (кроме обычных клеточных включений), способных поддерживать их на плаву [203].

Отступление 5. Биоминерализация

Заметим, что структура осадков, связанная с биоминерализацией, классифицируется биоседиментологией, – комплексной наукой, включающей также разделы палеоэкологии, палео(гео)(био)химии, тафономии, др., – которая изучает процесс формирования живыми организмами неорганических соединений (прежде всего, карбонатообразование в литосфере) и роль большинства организмов в осадочном и процессах переноса скелетных форм (других остатков) между частями биосферы. Последняя охватывает часть литосферы, гидросферы и атмосферы. Известно порядка 40 минералов, образуемых ныне живущими организмами (вне патологии). Но только опаловая, фосфатная и карбонатная биоминерализации играют основную роль в породообразовании. Кроме того, биоседиментология сопрягается [206]:

а) на микроструктурном уровне с петрографией, описывающей структурные, минералогические, текстурные и химические особенности горных пород, шлифы которых состоят из каркасообразующих элементов, различных компонент фито- / биогенной природы, и характеризуются некоторыми параметрами разграничения (литокомпонентов и петрокластики) в смешанных карбонатных и песчаных породах;

б) а на макроструктурном уровне, – с седиментологией и литологией.

С карбонатными породами генетически и пространственно связаны более половины (~52%) всех мировых запасов нефти и газа, имеющих компоненты биогенной и абиогенной природы [206]. Скелетные образования любого организма (включая их экзосоматические и эндосоматические формы), – это агрегаты сросшихся кристаллов, каждый из которых сначала обволакивается органической пленкой толщиной в несколько десятков ангстремов [203]. Продукты биоминерализации (включая индуцируемый и матрицируемый её типы) ассоциированы с информацией о морфологии и функциях организмов, а также процессах молекулярных взаимодействий и физиологических трансформаций, благодаря которым формировались скелет (неотъемлемая морфо-функциональная часть организма) и породы отложения.

К в.н. другим остаткам относятся также те, «скелетизация» которых связана с простейшими (цитоплазматическим скелетом Protozoa, одноклеточных эукариот),

прокариотными системами (включая бактерии-деструкторы и цианобактерии-конструкторы) и водорослями. Изучение касалось проблем: диагностики, т.е. фиксации различий между следами процесса жизнедеятельности и самого исходного скелета; формирования замещающих минеральных конструкций (чехлов, домиков, трубок); эволюции процесса биоминерализации (с глубокого докембрия) и ее изменчивости в средах и водах разных составов и древних акваторий; соотношения минеральной и протеиновой составляющих (в каждом филуме); механизмы биорегуляции кристаллообразования, твердофазных и процессов палеоизации. Уже прокариоты были способны: а) накапливать и переводить значительную массу элементов из гидросферы антиэнтропийно; б) аккумулировать вещество из абсолютно мизерных концентраций окружающей среды [206].

Развитие прокариотных систем, появление у них фотосинтеза, свободного кислорода, явлений колониальности, многоклеточности / симбиоза, совершенствование форм и способов биоминерализации, продуцирования биомассы ими и древнейшими водорослями, привели к накоплению карбонатных толщ (в позднем докембрии и фанерозое) и углеродистых пород (органопелитолитов) огромной мощности [206]. Считают, что многоклеточные эукариоты, выстраивая кальцитовые скелеты в самых критических условиях (в том числе, в глубине гидросферы, превышающей 7000 м), и с учетом того, что эти скелеты у большинства их представителей появились, по геологическим меркам, практически одновременно (см. ниже), приобрели эту способность заново [203]. Однако, с не меньшей вероятностью, это могло, по крайней мере частично, быть передано и вертикальным путем от в.н. прокариотных систем, – а затем закреплено в соответствующих эволюционных филумах (иглокожих, моллюсков, ракообразных).

Изучение биокальцификации в водоемах осложняется процессом синхронного неорганического образования $CaCO_3$, когда, например, микроструктуры скелета кораллов обнаруживают сочетание разных типов биоминерализации (в частности, у мезозойских склерактиний). Кроме того, карбонатообразование зависит от взаимоприспособительных реакций организмов. Их жизнедеятельность происходит в общих экологических нишах, связана с процессами симбиоза, характером секреционной деятельности и последующей фоссилизации, касающейся как породообразующих групп организмов, так и всех сопутствующих форм (включая мягкотелые, бесскелетные организмы). Последние существуют в крайне разнообразных экологических нишах и обстановке бактериального и водорослево-бактериального карбонатообразования, в которых появились первые

бесскелетные кишечнополостные. Условия сосуществования неродственных таксонов в одном биотопе формируют т.н. морфотип «жизненной формы». А коадаптация организмов таких таксонов, включающих, в частности, колониальные бактериальные системы, строматолиты, «коралловидные» колониальные водоросли прикрепленного типа, мягкотелых кишечнополостных и гидроидных, сопровождалась выработкой морфологически близких биоконструкций (сетчатых колоний) [206].

Продолжим. Жгутиковые микрофибриллы возникали на основе спирально (а не центрально) симметричных конфокальных текстур нескольких эллиптических структур (включая сопряженные гипербола-подобные эллипсоиды; см. ниже). Они не подвергаются биоминерализации и характеризуются подвижностью, вращением вокруг продольной оси, совокупным набором трех типов радиальной симметрии (9-, 13- и 16-лучевой симметрией; они же – угловые параметры, унаследованные от структуры предковых минеральных кристаллов) и являются частным случаем т.н. циклид Дюпена (см. ниже). Первый тип симметрии (9-лучевой), – широко известен, а второй (13-лучевой) включает не учитываемую пологую спиральную компоненту (поправку в 0,19º) и свойственен также клеточным микротрубочкам (обе структуры ассоциированы с цилиндрами вращения). Третий тип (16-лучевой) имеет вид торов и реализуется во фрагментах, выполняющих роль «подшипников» и «электромотров» (геометрически схожих с таковыми у пропеллера с четырьмя лопастями). Сказанное также относится к другим жидкокристаллическим структурам, – удваивающимся центриолям (с разворотом по гиперболе дочерних центриолей по отношению к материнским на 90º), митотическому веретену, а также микротрубочкам (с 13-ти лучевой симметрией) и структурным белкам. Геометрия последних формируется растущими внутри них кристаллами минералов, в отсутствии которых, и за эволюционно значимый срок, у биообъектов могут формироваться уже иные, сократительные белки (и др.). Интересно, до настоящего времени организмы с кремниевыми скелетами сохранили некоторую противоречивую, но заметную корреляцию биоминерализации с клеточным делением (этапом расхождением хромосом). На основе этих параметров и некоторых тригонометрических преобразований моделируются волновые эффекты, предотвращающие интерференцию на частотах различных гармоник (включая высшие) и резонансные немеханические разрушения вращающегося жгутика, кончик которого описывает близкую к эллипсу кривую [203].

Подвид *C.pelagicus*, например, образует кокколит длиной в 12 мкм, эллиптические пластины которого соответствуют расположению электронных орбит в модели атома и

образуют характерный рисунок т.н. «скрещенных ветвей». Расчеты объемно-весовых соотношений конструкций *C.pelagicus* на основе кальцитовых пластин показывают, что одних только сил выталкивания (Архимеда) здесь явно недостаточно. Причем сами пластины оказываются как бы нанизанными веером (т.е. под определенным углом «двойникования» кристаллов кальцита) на невидимую ось, проходящую через одну из фокальных точек каждой из эллиптических пластин; {для разных минералов расстояние между их пластинами (межплоскостное расстояние), и согласно микродифракционным электронным картинам, оказалось равным всего 0,089-0,270 нм, с минимальным и максимальным разбросом, соответственно, в 0,01 и 2,00 нм}. Панцирь не спасает планктонные клетки от поедания, т.е. не выполняет защитной функции, и в отдельных случаях (*зд*. для группы кокколитофорид, брараудосферид) имеет форму пятиугольных-пластин / додекаэдров. Качественное изучение кокколитофорид невозможно без использования специальных методов препарирования, контрастирования (включая углеродные реплики и напыление) и химической сепарации разноструктурных (био)кристаллических дефектов, специфических как для живых, так и омертвелых объектов (палеонтологических остатков с утраченными деталями исходной тонкой структуры), с помощью растрового электронного микроскопа (и др.). Последний обнаруживает структуру со сложным комплексом элементов, на построение которого уходит до половины энергии, полученной за счет фотосинтеза, и со многими вариантами строения внутри структуры: а) т.н. коккосфер с относительно длинными шипами / выростами, наподобие игл у ежа, и комбинациями дисков с цилиндрами, иногда спиралевидными (др.); б) и овальных кокколитов. Коккосфера является активной биокристаллической органеллой, поддерживающей планктонное плавание. Каждый кристалл, и за счет максимальной недонасыщенности координационных связей, вблизи своих вершин имеет повышенные адсорбционные свойства в отношении как посторонних частиц, так и соседних 6-16 молекул кокколитов, формирующих коккосферы (и другие упорядоченные структуры) [203].

Также исследовались специфические особенности дислокаций и количественной геометрии деталей реального блочно-повторяющегося построения, осуществляемого с участием полимерной биологической матрицы данного биологического вида. Все имеют различные физикохимические свойства. В.н. регулярные дефекты могут содержать, в частности, кальцит-организованную структуру, локализация минеральной решетки которой ориентирована тонкой структурой фибриллярных белковых структур

органической матрицы (доля которой ~20-30%; образует трехмерную сетку) на основе коллагена и подобных белков. Кроме того, в этом участвуют также полисахариды (представленные хитином, гиалуроновой кислотой, др.; образуют субдвумерную сетку), фосфолипиды и сходные с кальмодулином низкомолекулярные белки. Сами кристаллы не срастаются, а цементируются мембрано-подобной органической пленкой. Это удобно при последующем разрушении образования на естественные фрагменты (субигольчатые, кристаллы-двойники, дискретные пластины и др.) различными специальными манипуляциями: обработкой 10%-м гипохлоритом натрия, при прокаливании высушенных суспензий, ультразвуковой диспергацией и др. Дискретные пластины (1,5-2 мкм): а) встречаются в виде отдельных или сочетаний двух структурообразующих морфологических типов, эллиптических и более кристалличных гексагонально-субокруглых; б) образуются в аппарате Гольджи; в) и могут входить в состав различных минерализованных выделений (например, в клеточной стенке эукариотических растений, др.). Последние структурно упрощены в клеточных оболочках сине-зеленых и других прокариотических водорослей, не имеющих макроскопическую упорядоченнсть. То же касается и органов / тканей различно организованных организмов (костной чешуи рыб, скелетов / скелетной матрицы позвоночных, панцирей черепахи, раковин моллюсков, костей / зубов человека, и т.п.). Биофизически общие принципы управления твердотельными структурами прокариот и эукариот оказываются универсально однотипными и реализуются в нескольких вариантах химического состава как органических матриц, так и минеральной части. Значительной оказывается роль полисахаридных компонент пластин, участвующих в управлении ориентацией кристаллами [203].

В случае, например, ископаемых палеогеновых / неогеновых кокколитофорид-подобных организмов (*зд*. дискоастерид) дефекты обнаруживаются в виде звезд (пятилучевых, др.; а также скрытых внутри кальцита торов / колец). В отношении в.н. «тяжелых», но не тонущих образований возможно преположение о применении живыми организмами (*зд*. кокколитами в 2-12 мкм; а также панцирь-минерализованными радиоляриями, др.) способов уменьшения ими массы. Это возможно с участием нетривиальных гравитационных эффектов (гравитационных волн), вероятно функционирующих в режиме управляемых твердотельных гразерных микронных структур, т.н. гразеров Бриллюэна [203]; («гразер» – от «гравитация» и «лазер»).

{Л.Н. Бриллюэн, – один из основоположников физики твердого тела, имеющего кристаллические прямые / обратные решетки различных симметрий (с характерными плоскостями, зонами, прямыми / обратными пространствами). При этом центр одной из зон является точкой с нулевым значением квазиимпульса, – это т.н. зона Бриллюэна, на границе которой электронная волна отражается, возникает стоячая волна и скорость данной электронной волны (групповая) оказывается равной нулю. Названные решетки имеют специфические дифракционные свойства и включают разрешённые и запрещённые энергетические состояния (т.е. интервалы запрещённых частот / энергий). Одновременно, Л. Бриллюэн, – один из первых разработчиков теории информации в контексте процесса раскрытия понятия неопределенности и повышения отрицательной энтропии (негентропии) при приращении информации в исследуемой макросистеме (в биологии, как и в вычислительной технике, системой запоминается именно макроинформация). Это не касается приращения микроинформации в исследуемых микросистемах, т.к. происходит быстрый переход их в другое состояние в условиях сильной неустойчивости микроскопических движений и наличия тепловых флуктуаций. Информация, в итоге, оказывается представляющей две характеристики: во-первых, о потенциальном структурном разнообразии, – и, во-вторых, об отраженном разнообразии в организации объекта [203]}.

Выше названные микроструктуры, не исключено, способны:

а) снижать значение массы объекта за счет генерации и детектирования переменных гравитационных полей с вихревой конфигурацией;

б) выстраивать кристаллические имитации именно виртуальных компонентов атома.

Как ни странно, многолетнее изучение этого явления привело:

1) к ГРОД-опосредованной возможности вычислять массу элементарных частиц и атомов (по сути «генераторов собственной массы»), – без чего создание реального гразера, с на порядки большей чувствительностью фиксации гравитационных волн, невозможно;

2) появлению новой модели физического вакуума, в которой массы элементарных частиц вычисляются с помощью простых квадратных уравнений, а все основные парадоксы квантовой механики получают рациональное структурно-геометрическое объяснение. Без такой модели трудно ожидать продолжающегося прорыва в области нанотехнологий, построении совместимых с мозгом фибоначчиевых компьютеров / чипов, в.н. генераторов / усилителей гравитации и генераторов частиц с «отрицательной массой».

Заметим, однако, что к настоящему времени выстроен квазистатический, а не динамический, и пока только формируемый, вариант модели квазикристаллического физического вакуума [203].

Микро- и макромиры (продолжение). Чередование состояний элементарных частиц

Природа генерации постоянных гравитационных полей, выше описанная в отношении ядер атомов, связана с взаимодействием безмассовых виртуальных компонент частиц, формирующих переменные гравитационные поля с вихревой конфигурацией. Она ожидаемо подобна таковой для простых / составных элементарных частиц, где также могут формироваться фрактальные системы виртуальных оболочек и многокаскадные гравитационные усилители. Каждый в.н. грон виртуальной оболочки, комбинаторно взаимодействуя с другими гронами (возможно и с самим собой) и керном одной данной частицы, формирует квазичастицы интергроны. Эти последние являются компонентами и вносят ГРОД-опосредуемый основной вклад в общую массу частиц / атомов. Но в отличие от стандартного представления о виртуальных частицах, гроны / интергроны не появляются спонтанно, и существуют не короткое время, а в пределах времени жизни частицы (объекта-хозяина). То есть связанные с ними энергия / масса не пульсируют. В стандартной же теории при ЭМ-взаимодействии между ядром и орбитальными электронами (атома) виртуальные фотоны рождаются и исчезают. При этом некоторые участки орбит электронов содержат также и траектории чередующегося пребывания в условиях отсутствия ЭМ-взаимодействий, на которых частица совершает оборот по вспомогательной окружности под действием гиромагнитных сил. В контексте же данного подхода виртуальные фотоны могут просто пульсировать [203].

В результате частицы, и двигаясь не по классическим траекториям, в каждой точке квантового мира существуют только при условии чередования 2-х геометрически различных структурных состояний, участвующих в разных же физических взаимодействиях. Ранее описание такого чередования было спонтанно найдено в математическом решении для шестимерного комплексного пространства. Каждая из в.н. точек, скорее всего, может являться отрезком, – т.е. частью трехмерной конструкции из природных «микромир-линееек» (см. далее). Это чередование (его частота), во-первых, представлено в качестве аналога квантовых «микромир-часов» и, во-вторых, причины вероятностного поведения и формирования соотношения фаз частиц. Также чередование

может определять / объяснять парадоксальные свойства квантовой механики и природу необратимых процессов, – т.н. векторную «стрелу времени» по Н.А. Козыреву. Последняя математически описывается либо гиперкомплексными числами четырехкомпонентного кватерниона, содержащего параметр показателя фазы колебаний квантовой частицы, во-первых, – либо в рамках в.н. «обратного векторного пространства», применяемого в кристаллографии в отношении всех видов дифракционного анализа и процесса с вероятностью смены мест причина ↔ следствие, во-вторых [203]. {Здесь можно заметить, что время гегемонии «безумно-гениальных постулатов» квантовой механики, благодаря которым реально были созданы многие необходимые приборы, тем не менее не будет длиться вечно. При описании микромира сегодня требуются понимание не только математическое (и часто лишь имитирующее логическую неопровержимость формальных доказательств, например, при применении метода доказательства от противного, неприемлемого во многих физических и кристаллографических исследованиях), – но и пространственно-рациональное понимание предмета [203]}.

Дополнительно, чередование 2-х состояний (причем в каждом имеются свои размер и геометрическая форма, т.е. мера длины, «микромир-линейка») на одной из стадий сопряжено с участием частицы (не каждой) в 2-х типах взаимодействий с формально не ограниченным радиусом действия. Это электромагнитное и гравитационное взаимодействия (на данном этапе геометрия частиц проработана теорией, в основном, именно для этих типов взаимодействивий). На другой стадии, и при переходе в другое состояние (т.е. при инверсии геометрической структуры), частица превращается в собственную дифракционную картину и ЭМ-взаимодействия трансформируются в слабые ядерные взаимодействия с малым радиусом действия, – что соответствует «вхождению» в электрослабые взаимодействия. А постоянные гравитационные взаимодействия, характеризующиеся самой малой энергией, трансформируются в высокоэнергетическое сильное ядерное взаимодействие в соответствии с симметрией теории «Великого объединения» сил близкодействующих, – и сил с неограниченным радиусом действия [203].

При скорости света частицы с нулевой массой покоя испытывают т.н. «остановку собственного времени» и уход от чередования состояний: в случае фотона и нейтрино, соответственно, это электромагнитные (ЭМВ) и гравитационные взаимодействия, которые ведут себя по разному. Причем объединение сильных ядерных и гравитационных взаимодействий может вести, условно, к их взаимной нейтрализации (исчезновению

обоих типов сил). Однако, объединение ЭМ и слабых взаимодействий может вести к другому, – к остановке на одной из стадий чередования состояний частиц: например, фотон будет фиксироваться на ЭМВ, а нейтрино, – на слабых взаимодействиях. Силовые законы ядерных взаимодействий обоих типов (сильных и слабых; причем не все частицы участвуют во всех взаимодействиях) в настоящее время понятны далеко не до конца. Их понимание может существенно / одновременно продвинуться с наступлением такового в отношении переменных гравитационных полей. Последние проявляются, во-первых, в потенциально возможном чередовании состояний элементарных частиц. И, во-вторых, – во взаимных переходах силовых взаимодействий в ядерные (гравитационные → сильные; ЭМ → слабые). Это требует привлечения фундаментальных уравнений, явно указывающих на существование необратимых процессов. Резонансные явления в физическом вакууме возникают при взаимодействиях масс / (энергий), в результате которых рождаются частицы с характеристиками, равными разности масс двух типов частиц-переносчиков слабых ядерных взаимодействий (например, нейтрального и заряженного векторных калибровочных бозонов) [203].

Среди частиц, вероятно, существуют такие, которые при определенных условиях одновременно являются дискретными / гипотетическими, передвигаются с большей чем у света скоростью (и при возможном участии функционирующей ГРОД-системы) и имеют практически неограниченный радиус действия. Это т.н. тахионы. Можно допустить, что с этой же скоростью частицы осуществляют и передачу энергии, – причем в виде двух потоков. Первый, – от постоянного / квантуемого потока магнитного поля (с единицей измерения в 2,068...•10^{-15} вебера), второй, – от гравитационного поля (*зд*. пока стандартно измерима только инерционная масса электрона). Однако, эти потоки воспринимаются стандартными современными приборами как поля без переноса энергии и/или информации. Теория относительности запрещает не сверхсветовые скорости, а пересечение рубежа световой скорости. При сверхсветовых скоростях, и в соответсвии с принципом симметрии, все электрические взаимодействия / заряды исчезают, а остаются только магнитные взаимодействия в виде квантов магнитного поля (в таких условиях частицы вещества существовать не могут). Переменные электрические поля возникают только при наличии переменной же компоненты магнитного поля. Одновременно, и при взаимодействии электрических и магнитных полей, происходит корпускулярная генерация фотонов и последующая передача ими энергии / информации уже только со скоростью света. В постоянных магнитах, по крайней мере на протяжении десятилетий,

поле сохраняется благодаря незатухающей циркуляции сверхпроводящих токов (сверхпроводимость *зд*., – один из серии макроскопических квантовых эффектов синхронизации чередующихся состояний электронов). Но со сверхсветовой тахионной природой может быть связано и постоянное гравитационное поле. Объясняется это, в частности, тем, что такое поле (*зд*. черных дыр), и в отличие от фотонов, скорости света которых оказывается недостаточно для преодоления гравитационного барьера, выходит за рамки определенной области данных объектов (*зд*. т.н. дискретной границы сферы Шварцшильда). Иначе бы их обнаружить не удалось. Конкретные же переносчики этого поля, которых может быть не менее двух типов, пока не показаны, – но стандартно обозначены гравитонами, имеющими спин равный двум [203].

Однако переносчики постоянных и переменных гравитационных полей не могут быть одними и теми же частицами (подобно фотонам и в.н. магнитным тахионам в электромагнетизме). То же относится и к самим постоянным и переменным гравитационным полям. Переносчики переменных гравитационных полей не могут двигаться со скоростью большей скорости света. И в системе, подобной представленной выше, выход за пределы сферы Шварцшильда, как и светимость объекта, здесь также будут отсутствовать. Источники таких переносчиков могут быть энергетически весьма эффективными и компактными образованиями (в том числе, природными). А внешние по отношению к в.н. сфере фотоны, скорее всего, будут почти полностью отражаться от границы данного заэкранированного пространства в виде диффузного непроницаемого облака (густого тумана) и иметь измененные свойства.

Другой пример предположительно тахион-опосредованного действия состоит в экспериментально показанном эффекте изменения некоторых параметров вращения гироскопа за ~8 минут до восхода Солнца (т.е. за время пути фотонов до Земли в постоянном гравитационном поле). Сверхсветовые магнитные тахионы (и при постоянных полях) могут возникать при объединении / нейтрализации взаимодействующих ЭМ (электрических) и слабых ядерных взаимодействий. Аналогично, при объединении / нейтрализации взаимодействующих сильных ядерных и гравитационных взаимодействий могут возникать и сверхсветовые гравитационные тахионы [203].

Дискретные виртуальные оболочки элементарных частиц тяжелее электронов (а электроны являются одновременно природным эталоном заряда и массы, но еще не имеют таких оболочек и не формируют структурно-гравитационной перестройки вакуума) и ядер атомов геометрически построены также, как и углерод-сформированные фуллерены.

Базовый среди фуллеренов – C_{60}, с его наиболее высокой симметрией / стабильностью, где каждый атом располагается в вершинах многогранника с симметрией икосаэдра, имеющего правильные 12 пятиугольников и почти правильные 20 шестиугольных граней (причем, интересно, «пустотелые» квазисферы здесь по абсолютной твердости на ~15% тверже алмаза). Также представлены другие фуллерены этого ряда (C_{120}, C_{180}, C_{240}, …). Это упорядоченные субсферические пустотелые структуры. Интересно, что у меньшей части химических элементов с числом гронов кратным 60 в составе ГРОД (а это ^{16}O, ^{25}Mg, ^{35,37}Cl, ^{63,65}Cu и др.) значения атомных радиусов минимальны. Это коррелирует с геометрическими размерами целого атома, а не ядра. Имеются и промежуточные / противоречивые варианты (например, ^{120}Sn, ^{80}Se, др.), и противоположно значимые исключения (так, например, при полной в.н. кратности 60 гронам франций / Fr имеет наибольший из всех химических элементов радиус). Кроме того, поскольку у разных авторов сам смысл атомного радиуса варьирует, то и в стандартных табличных данных на основе рентгенометрических дифракционных измерений приводятся разные его значения (варьирует также и степень расхождения данных между периодическими группами таблицы) [203].

Химические элементы. Дуализм и отсутствие стационарного состояния у элементарных частиц

При расчете атомных размеров на основе макроскопической плотности не выявляются локальные минимумы галогенидов (хлора, брома, йода), магний обнаруживает дополнительный, а бериллий и углерод (и бор), – абсолютные минимумы. Причем основной изотоп атома водорода оказывается крупнее последних (Be, C), его удельная плотность, – в 45 раз меньше таковой у алмаза, а атомный объем – в 3,6 раза больше такового для углерода (и все перечисленное – следствие сохранения протоном чередующихся состояний). То есть, элементарные частицы (вещества) состояние чередования сохраняют (и это область квантовой динамики), а целые атомы, находящиеся в области специфических сил инерции, – нет. В случае электрона атома, молекулы или кристалла, – это область соблюдения принципа Паули (для фермионов) за счет формирования условного «адресанта» с индивидуальным набором квантовых чисел, к которому и «обращается» волна де Бройля. При нарушении этого условия между частицами возникает обменное взаимодействие (обмен информацией о предыдущем

чередующемся состоянии) с участием не большого числа квазичастиц, а реальных волн де Бройля {можно заметить, что в качестве окончательной, вероятностная трактовка этих волн не принималась самим де Бройлем, Э.Шрёдингером и А.Эйнштейном, которые не могли предполагать возможных подхода / решения с позиций бионики, микромир объектов которой является частью физического микромира (см. ниже)}. Последние, и в процессе силового взаимодействия квантовых частиц с парадоксальной спецификой, приходят по другому адресу в виде импульса, не сохраненного у одной, а переданного другой частице. Корпускулярно-волновой дуализм движущихся квантовых частиц проявляется в виде совокупности двух чередующихся их форм (когда ЭМ и ядерные силы могут проявляться только попеременно) [203].

В экспериментальной реальности дуализм, например, электрона (отдельного / группы их), фиксируют с участием, в частности, электронного микроскопа (прибора, по сути, квантового). Но серийный электронный микроскоп просвечивающего типа с фотографической, но не цифровой регистрацией изображений (т.е. регистрацией дифракционых картин проявленной фотопластинки / фотонегатива в качестве «квантового наблюдателя»), может воспроизводимо фиксировать корпускулярные и волновые его свойства одновременно. Это возможно потому, что и существуют они одновременно, но на разных уровнях масштаба (размеров) измерений. Сложность, однако в том, что объемная картинка в микроскопии всегда воспроизводится на основании плоского изображения (и требуется повышенный уровень подключения пространственного воображения). Вместо электронного микроскопа базовым прибором может быть также и ускоритель частиц. Тогда для обнаружения специфических сочетаний черных участков (дифракционных максимумов корпускулярных треков отдельных электронов) и белых участков (дифракционных минимумов) в в.н. картинке дополнительно необходимо применение и оптического микроскопа с 1000-кратным увеличением [203].

Туннелирование частиц, содержащих ЭМ и не-ЭМ компонеты, имеющих релятивисткую или нерелятивисткую скорость, – и с разной степенью эффективности (в зависимости от заряда, массы, геометрической толщины или величины энергетического барьера ядерных сил частицы), – возможно и происходит по эмпирическим законам, соответствующим характеристикам перечисленных параметров (касается, например, β-распада). Но тогда в резонансном режиме, и в фазах отсутствия ядерных сил, не исключено, можно ожидать ЭМП-зависимого управления ядерными реакциями, – несмотря на ограничения. {{*Коммент. авт.* (выводы): если это так, то возможно влияние

на различные структурообразующие процессы, – в том числе в биосистемах (включая формирование как самого генетического кода, так и разнообразия в его рамках}}. Среди в.н. ограничений: а) структурный запрет, касается таких перемещений нуклонов (и в соответствии с законом сохранения энергии), при которых появляется избыток энергии; б) запрет на действие электростатических полей. Суммарно повышенное количество энергии у не пульсирующих нуклонов приводило бы к тотальной ядерной нестабильности.

В живых организмах и некоторых сложных системах фазовые соотношения, при чередовании состояний и процессах перманентного туннелирования частиц на большие расстояния, могут приобретать упорядоченность (подобно таковому в сверхпроводниках при сверхнизких температурах). При обычных температурах, по-видимому, также могут возникать чередование-опосредованные элементы фазовой когерентности (включая этап максимальной силы тока при минимальном сопротивлении) в кристаллах полупроводников и живых организмах (хотя в настоящее время приборов прямого контроля в.н. фазовой когерентности не создано). Одновременно, во всем объеме живого организма существует сложная система фазовой упорядоченности чередования состояний квантовых частиц [203].

Такие упорядоченность и аномалии в электрической проводимости (ЭМ-взаимодействии) неизбежно сопровождаются подобными явлениями и в гравитационных взаимодействиях. Но структура и химический состав вещества при этом остаются неизменными. Эффективные массы электронов проводимости в полупроводниках и у свободных электронов не одинаковы (и различаются в оба направления по отношению друг к другу), – что важно для понимания эффектов «дырочной проводимости». Несколькими следствиями из сказанного выше являются:

а) феномен биологической асимметрии правых / левых структур как по направлению вращения плоскости поляризации света (динамическое свойство эффекта поляризации), так и в соответствии с геометрической структурой молекул. Первыми являются, например, аминокислоты (хотя бактериальные АК-антибиотики бывают и левыми); вторыми – сахара в нуклеиновых кислотах, др.;

б) и гипотетически реальная возможность протекания т.н. «холодных ядерных реакций» (хотя данное название вопрос запутывает и не отражает сути дела) [203].

Необходимо, однако, учитывать, что в.н. виды асимметрии (оптическая, зеркальная, пространственной инверсии, др.), – это разные ее типы, применимые либо неприменимые в отношении конкретных частиц и к понятию сохранения четности

частицы. Последняя определяется набором квантовых чисел, например, у фотона, который, реально отражаясь от реального зеркала, т.е. изменяя направление движения, реально подвергается пространственной инверсии, т.е. смене знаков на противоположный по всем трем своим геометрическим координатам. При этом сохраняется в.н. четность. Смена же знаков при зеркальной симметрии, которую современные приборы не определяют, происходит по двум координатам. Такие хиральные преобразования иначе называют «мгновенной фотографией ЭМ-волны», способной к динамическому право-левому вращению и ранее способствовавшей появлению в электротехнике правил «буравчика» и «левой руки». Важно, однако, что хотя регистрация зеркальных преобразований (т.е. фиксируемых как идущих от зеркала), отображаемых с помощью глазного аппарата, современными приборами не создана, вероятность их существования, по-видимому, не равна нулю. Это объясняется тем, что при классическом фотографическом процессе реально регистрируют неожиданные объекты, структура которых схожа с модельным изображением производных квазикристаллического вакуума, – сильно увеличенными сложно-упорядоченными молекулами фуллеренов.

Исключением, однако, может оказаться, в частности, специфическое образование глаза ночного животного (например, т.н. тапенаум кошки, предположительно, – орган-аналог зеркала, расположенный на задней границе глаза и повышающий светочувствительность), в котором свет проходит через слой светочувствительных клеток не однократно, как у большинства обладающих глазами животных, а дважды (туда / обратно). При этом часть зеркально преобразованных фотонов, превращаясь в обычные, – и при повторном прохождении их через светочувствительный слой, – не исключено, могут регистрироваться (*зд.*) и формировать в.н. спонтанно образованные и в прямом / переносном смыслах виртуальные изображения [203].

Необходимо учитывать, что расположение природных и искусственно / экспериментально полученных химических элементов и время жизни их стабильных / нестабильных изотопов в таблице Менделеева не всегда соответствует способу ее построения. Например, йод, из-за пониженного числа нейтронов, легче предыдущего элемента, и т.д.. Это соответствует, в частности, тому, что протеканию любых (био)химических реакций по определенным правилам (принципам, кодам) обычно сопутствует исключение в виде обнаружения неких побочных реакций (см. «правило исключений» [15]).

Свойства векторных бозонов, других частиц на их основе и фрактал-подобные структуры микро- и макромиров

Главной особенностью частиц с ГРОД из 600 гронов является то, что основная форма их существования, – широкораспространенные / фундаментальные нейтральные векторные бозоны (выраженные в энергетических единицах), а не атомные ядра. Все калибровочные векторные бозоны, – нестабильные частицы, переносчики слабых ядерных взаимодействий с гигантской массой. Например, у нейтрального Z^0 бозона она составляет 91187 ± 7 Мэв (примерно соответствует массе технеция), а у заряженных $W^{\pm}$-бозонов с ГРОД из 560 гронов (и отличаясь на двойное «магическое» число 20 + 20), – 80150 ± 100 Мэв. Соотношение пропорциональности между массой и объемом атомные ядра, вышедшие из состояний чередования и вошедшие в ЭМ / гравитационную стадии, но не участвующие в ядерных взаимодействиях, еще сохраняют. В отсутствии чередующихся состояний рост массы ядра химических элементов сопровождается непосредственным увеличением геометрических размеров. Но в случае элементарных частиц (например, нуклонов), – наоборот: с ростом массы характерные расстояния делокализованных состояний сокращаются, а энергии рождения / излучения частиц и их ядерных взаимодействий, растут. Рост массы ядер-(атомов) / частиц, а также увеличение числа гронов и фрактал-организованных ГРОД-оболочек, – параллельные процессы. Нейтральный Z^0 бозон может вступать в 180300, а заряженные $W^{\pm}$ бозоны, – в 157080 попарных грон-взаимодействий (формируя интергроны). Z^0- и $W^{\pm}$-бозоны могут иметь «отрицательную массу» своего центрального керна (у Z^0 бозона по модулю совпадающую с массой нейтрона; в случае заряженных $W^{\pm}$ бозонов это соответствует массам мюона / пиона). Вместе с фотонами эти бозоны являются переносчиками единых электрослабых взаимодействий и имеют две ГРОД-системы: в первой 600 / 560 гронов, соответственно, для нейтрального / заряженного бозонов; во второй – 60 гронов или число гронов, соответствующее таковому для мюонов (35 гронов) или пионов (40 гронов). Если обусловленные обменом бозонами силы притяжения при физических взаимодействиях возникают в условиях противоположности направлений векторов скорости и импульса частиц, то формально это соответствует проявлению их «отрицательной массы» (хотя бы частично, в отношении некоторых компонент частиц) [203].

При слабом ядерном взаимодействии притяжение может «физически требовать» наличия «отрицательной массы» у нейтральных / заряженных бозонов, – или хотя бы их структурных компонент (экспериментально пока не показано). То есть калибровочные

бозоны, как выше сказано и о лептонах, являются составными структурами с фермион-подобными кернами, аналогичными: а) нейтрону для нейтральных бозонов; б) мюону / пиону у заряженных бозонов. Не исключено, что при инверсии своей структуры векторные бозоны (с «отрицательной массой» керна) могут принимать участие и в сильных ядерных взаимодействиях в трудно опознаваемом пока виде. В целом, это отражает проблему фермион-бозонной суперсимметрии, когда у каждого фермиона имеется суперсимметричный ему бозон-аналог с массой данного фермиона (вне системы ГРОД таких пар не найдено). А обмен частицами с положительной массой могут обеспечить (только) силы отталкивания. В результете предполагают, что у переносчиков гравитационного притяжения релятивистский эквивалент массы может быть только «отрицательным». В стандартной модели это соответствует предсказанию величины спина частиц при смене комбинаторики квантовых чисел. Аналогично, при электромагнитном притяжении релятивистский эквивалент массы виртуальных фотонов может быть только «отрицательным». С точки зрения симметрии это могут быть античастицы фотонов, хотя в СМ они, – такие же нейтральные частицы (аналогично, вне системы ГРОД такой «поворот дел» не фиксирован) [203].

Заметим, что ГРОД различных в.н. пионов формируется из 40 гронов; (пионы, – наиболее легкие из адронов). Нейтральные пионы включают два кварка, один глюон, простую структуру керна и 820 попарных взаимодействий гронов. Положительно / отрицательно заряженные пионы включают пять кварков и шесть глюонных связей на фоне фрактальной структуры керна (тетраэдра с 4-мя кварками-вершинами и шестью глюонами-ребрами). Особенности ГРОД кварков также говорят о возможной простой и составной их структуре. Нуклоны состоят из фундаментально монолитных u / d-кварков первого поколения: вместе с глюонами они составляют только 0,02% массы протона, в то время как 98,8% ее формируется виртуальной оболочкой ГРОД-системы. А сотни частиц, полученных на ускорителях или в природных процессах больших энергий, могут включать составные s / c-кварки второго и b / t-кварки третьего поколений, и представлять собой не монолиты, как трактуется в стандартной модели, а различной сложности массивные кварк-фрактальные составные комплексы (к которым можно отнести тяжелые кварки, тяжелые лептоны и векторные бозоны, «процессирующие» не только в многомерном фазовом, но и в обычном геометрическом пространствах, описание которых возможно только в рамках фундаментально междисциплинарной картины). Поэтому, в частности, не имея достаточно четких представлений о формировании массы отдельных

элементарных частиц (даже протона) и размеров ГРОД и ГРОД-аналогов частиц, теоретически достигающих огромных размеров у ядер атомов, невозможно выстроить теорию формирования элементарных-частиц / атомов (и их масс) в соответствии с т.н. теорией Большого взрыва (в том числе, в новом ее варианте периодически повторяющихся пульсаций Вселенной, и т.д.) [203]. {{*Коммент. авт.*: одновременно, выше сказанное о возможном формировании разных поколений кварков (монолитных и немонолитных) и кварк-фрактальных составных образований кернов и виртуальных оболочек в.н. частиц (среди которых тяжелые кварки, тяжелые лептоны, векторные бозоны, др.), ГРОД-оболочек отдельных протонов и составных нуклон-содержащих ядер атомов различных элементов, входящих в состав (био)(макро)молекул клетки (ковалентно или в составе комплексов), – особенно в условиях действия природных процессов больших энергий, – ведет в перспективе к созданию нового подхода возможного конструирования процессов взаимодействия в.н. компонент, – в том числе, связанных с формированием глико-липо-нуклео-протеидных структур генетического кода}}.

Кроме того, существует предположение, что именно пропорции между размерами целого атома и его ядра / ГРОД в.н. объектов (и не зависимо от абсолютных размеров) могут непротиворечиво сохраняться и для некоторых макроскопических аналогов, – с поправкой на инерционную и гравитационную массы. Это касается, например, таких небесных тел, как звезды срединной и периферийной частей галактики, центр массы которой формируется с участием ГРОД-подобных, возможно фрактал-подобных систем. Последние, не исключено, выполняют роль гравитационных усилителей в пределах галактики, – и астрономически имитируют присутствие т.н. темной материи (не путать с темной энергией, – т.е. формально-математическими выкладками гипотез Большого взрыва). Эта материя может формироваться за счет структурных особенностей (подобия «пустот», в частности, у фуллеренов) самого квазикристаллического вакуума. В соответствии с новым смыслом в понимании квантовой механики, Вселенная (или, по крайней мере, видимая ее часть) может быть даже уподоблена гигантской квантовой частице, пульсирующей между состояниями сжатия и расширения. Что касается ГРОД-системы Солнца, – ее границы, вероятно, находятся на периферии солнечной системы, где два космических аппарата («Пионер-10» и «Пионер-11»), в одной и той же области, и после пересечения предполагаемой виртуальной оболочки светила, испытали необъяснимое торможение и изменение траекторий в предполагаемой зоне действия усилителя солнечной гравитации [203].

Кроме в.н. базовых, существуют также и фуллерены с меньшей симметрией (C_{32}, C_{44}, C_{70}, C_{80}, C_{550}, др.), роль которых дополнительна. Для них могут быть включены алгоритмы вычисления масс многих элементов / частиц с не кратным 60 числом гронов (с трудно компенсируемой погрешностью в диапазоне 0,016–1%). Например, структура ядра дейтерия, D (^{2}H), сходна с таковой для эндометаллофуллерена (MeC_{85}), бор ^{11}B, согласно ГРОД, включает 200 гронов. А ядра с определенным (т.н. «магическим») числом протонов или нейтронов (и расчетным числом гронов у некоторых элементарных частиц: 2, 8, 20, 28, 50, 126; и 208 только у химического элемента углерода ^{12}C) обладают повышенной устойчивостью. После скандия (Sc), пересекающего важный ГРОД-рубеж в 400 гронов, начинается заполнение побочных подгрупп элементов таблицы Менделеева по уже сформированным алгоритмам, когда процесс «подгонки» коррелирует со многими другими свойствами. Энергетический оптимум ядерных сил приходится на железо ^{56}Fe (450 гронов), а в конце таблицы изотопных масс элементов с кратным / некратным 60 числом гронов следуют, соответственно, франций / родон (900 гронов) и ^{238}U-уран (929 гронов). Кроме того, железо расположено точно между двумя элементами с кратным 60 числом гронов (титаном – 420 гронов, и медью – 480 гронов). На уране-238 (почти 1000 гронов) заканчивается «природная» часть элементов таблицы Менделеева (здесь наступает т.н. предел ансамбля частиц), организованных по геометрическим законам кластерной системы [203].

Дело, по-видимому, в неслучайном и почти полном совпадении массы керна урана ($1836{,}9m_e$) и почти полной массы протона ($1836m_e$), когда превышение массы последнего, и в известных нам природных процессах, но не в искусственных вариантах ядер, не наблюдается. Аналогичные эффекты качественно характерны и для элементарных частиц: в.н. превышение керном частицы полной массы протона до полной массы нейтрона имеется у фрактально организованного нейтрального векторного бозона, характеризуемого «отрицательной массой». В химии 1000 атомов могут формировать гомогенные кластеры, а свыше 1000, – гетерогенные системы микрокристаллов, кластеров и фрагментов с хаотичной аморфной структурой. Интересно, что масса ^{12}C, и с погрешностью в ~2%, совпадает с разностью масс нейтрального и заряженного бозонов (переносчиков слабого ядерного взаимодействия). А участие только этого элемента в формировании химических структур типа фуллеренов связывают с резонансными процессами на основе в.н. бозонов. ГРОД ^{12}C и ^{13}C состоят, соответственно, из 208 и 217 гронов. А ядро изотопа ^{208}Pb, не исключено, является специфическим фрактальным ^{12}C-

вариантом с геометрическим взаимоподобием внутриатомных структур и последующим проникающим (сквозь неповрежденную кожу), – в том числе токсичным гомеопатически-подобным эффектом. Аналогично, ядро атома усредненного изотопа серебра (^{108}Ag) требует ГРОД в 624 грона, – что ровно в 3 раза больше 208 частиц в составе ГРОД углерода. Массы и атомные объемы серебра и углерода, – также отличются в полное число: соответственно, в 9 раз и 3 раза. В итоге, – не исключен изоэнергетический обмен виртуальными частицами (*зд*. бозонами) в тандеме углерод-серебро, незаменимом, в частности, при фотографировании. А изменения в строении ГРОД ведут к существенным изменениям атомных масс и соответствуют большим энергиям ядерных реакций. Полная «отработка» величин атомных масс в.н. элементов / изотопов (а в ряде случаев и предсказание новых элементов / частиц) в соответствии с наиболее коррелирующим с их свойствами числом виртуальных частиц (гронов), и в рамках концепции квазикристаллического вакуума, еще продолжается [203].

Уникальность углерода

Среди химических элементов только углерод формирует свои фрактально увеличенные (в абсолютных размерах) «химические имитации» фундаментальных квазикристаллических структур вакуума (типа фуллеренов), реализуемых далее в процессе появления жизнь-ассоциированных молекул. Все вместе химические элементы, и в составе органических соединений (и надмолекулярных комплексов) живых организмов, создают огромное множество геометрически подобных разнообразных «слепков» квазикристаллических вакуумных структур (своеобразных природных аналоговых устройств). Хотя, грубо, углеродные каркасы таких соединений можно разбить на всего два типа, соответствующие кристаллическим решеткам чистого углерода, – алмаза или графита (уникальная специфичность первого в экстремальной твердости, второго – в способности замедлять нейтроны). Выше названное обилие «слепков» невозможно в рамках обычного геометрического пространства, где все точки одинаковы. И описание частиц с разными свойствами требует наличия координат, выраженных не только в единицах длины, но и импульсов и других параметров. Уникальность углерода, по отношению к вакууму, определяется численным значением его атомной массы (заметим, что, например, кремний, схожий по положению/валентности в периодической системе с углеродом, не образует соединений с ароматическим типом химических связей,

необходимых при биохимических взаимодействиях). Атомная масса углерода хорошо (с более чем ~2%-й точностью) совпадает с резонанс-опосредованной разностью масс принимающих участие в слабых ядерных взаимодействиях векторных нейтрального и заряженного бозонов, которые вряд ли взаимодействуют с другими химическими элементами. А резонанс-опосредованное появление / исчезновение противоположно заряженных бозонов может вести к появлению / исчезновению же необычного диполя, образованного частицами с большими массами (соответствующими массе рубидия) по его концам. Этот диполь, потенциально, может управляться, по крайней мере, электромагнитными и слабыми ядерными силами, – а также за счет вариативной динамики в пространственном расположении атомов углерода.

{{*Коммент. авт.* (выводы): тогда в.н. потенциально вероятные и, скорее всего, протекающие с высокой частотой резонанс-опосредованные процессы, ассоциированные с событиями чередования состояний и появления диполей на основе рождающихся «тяжелых» частиц векторных нейтрального и заряженного бозонов при слабых ядерных взаимодействиях в сложно или относительно просто структурированном углерод-содержащем органическом веществе, можно охарактеризовать понятием «диполь-зависимый бозонный или скрытый бозонный поток», – близким тому, которое ранее применялось по отношению к фотонам (в терминологии «(скрытый) фотонный фейерверк»; см. [1, 2] и др. работы сайта www.amdeich-var-reverse-translation.ru) в явлениях, зависимых, по крайней мере, от ЭМП. Таким образом, в данной системе прослеживается возможная связь на уровне вероятных взаимодействий электромагнитных и слабых ядерных сил}}.

Кроме того:

а) ни один другой химический элемент в форме чистого вещества не является стреохимическим подобием или геометрической моделью своих собственных соединений с другими элементами;

б) в структурах мозга в.н. резонансным процессам могут сопутствовать различные комплексы химических и электрических явлений.

Названное свойство углерода может приводить к двум следствиям:

1) формированию широко распространенного для молекул разных биополимеров явления комплементарности, – ключевого для существования жизни;

2) живой организм оказывается химической моделью / имитацией собственной геометрической структуры квазикристаллического вакуума. В частности, структуры мозга

оказываются физиологическим, и на уровне подсознания, механизмом распознавания образов, функционирующим скорее на основе фибоначчиевой системы, имеющей черты сходства со степенным рядом «золотого сечения», чем на основе двоичной или десятичной систем счисления.

В рамках данного подхода, и в очередной раз, это может быть связано с переносом и увеличенной в абсолютных размерах химической имитацией квазикристаллических структур вакуума (*зд*. в мозг), изученных пока явно недостаточно. Квазикристалличность углеродного каркаса органических соединений биологического вещества позволяет эффективно использовать специфичность разной глубины вакуумного углеродного напыления (и с одновременным удалением слабо связанной воды). Разные по ширине пленки напыления способны диффундировать из поверхностного слоя во внутренний объем вещества и формировать т.н. эпитаксиальные (совместимо упорядоченные друг с другом) комплексы различных кристаллов с любым биополимером, и с труднодостижимым разрешением в 0,5 нм, на молекулярном уровне. Такие комплексы образуются при направленной кристаллизации одного вещества на поверхности другого, – и при условии их стереохимического взаимосоответствия не только по белковым фибриллам, но и по другим компонентам. Полноценная эпитаксиальная картина возможна даже между имеющими различные межплоскостные расстояния объектами: пластинами гексагональными (на основе, кальция, например, апатита; или на основе карбида кремния) и тетрагональными (например, кремниевого кристобалита, родственного другим кремнийорганическим соединениям).

Но это возможно только при формировании таких кластеров тетрагонального кристобалита, расположение которых в кристалле будет эпитаксиальным, т.е. соответствующим густой гексагональной сетке с четырьмя, а не тремя пространственными координатами (это же касается и неограниченного числа еще более сложных систем). Здесь можно заметить, что в кристаллографии используются координатные системы:

а) с осями (тремя, четырьмя, др.), которые могут измеряться разными единицами длин, совпадающими с длиной периода конкретной квазикристаллической решетки;

б) и с плоскостями, которые часто ориентированы не параллельно (например, симметрия может быть спиральной, и др.).

В этом случае говорят о механизме биологически управляемого синтеза твердого тела с аморфной структурой. Это наблюдается, в частности, при посмертной кристаллизации

кремниевых скелетов и последующем отложении океанических пород тетрагонального кристобалита, а не кварца или другого минерала с той же формулой (SiO_2). Закономерности такого идущего на огромном пространстве процесса предопределены кристаллографическими и биофизическими соотношениями, восходящими к геометрической структуре вакуума [203].

Кристаллы минералов, квазикристаллы (био)(макро)молекул, биоминерализация и конфокальные текстуры жидких кристаллов

В классическом идеальном кристалле, структуре бесконечно большого размера, пространство может периодически заполняться одинаковыми элементарными ячейками, когда все его точки принципиально неотличимы друг от друга (соответственно, здесь отсутствует система из набора «линеек»). {Заметим только, что идеализированные модели с точки зрения механизмов формирования структур (особенно присущих мозгу с его внутренней системой координат), на чисто качественном уровне, и в процессе формализации сходства образов, часто оказываются очередными химерами}. Кристаллы чистых металлов по характеру симметрии относят к кубическому или гексагональному типам. Внутренние орбиты электронов соседних атомов металлов могут гибридизоваться в межатомные коллективные орбиты (единого твердого тела), валентные электроны остаются свободными и обеспечивают электропроводность, а металлическую связь обеспечивают электроны повышенной проводимости с самых внешних полностью заполненных орбит (в области границы ядерной ГРОД). В случае ковалентных связей (и частично ионных) обобществленные валентные электроны формируют заполненные коллективные орбитали только при частичном взаимном пересечении ГРОД соседних атомов (при столкновении и в стационарном состоянии). Интересно, что при сверхбыстром охлаждении металлы кристаллизуются не по обычным законам, а с формированием сплавов квазикристаллов; вероятную решающую роль в такой направленности самоорганизации может играть структура физического вакуума [203].

При непериодическом же заполнении объема усложненного искомого квазикристалла (математически, также бесконечно большого размера) могут участвовать различные типы элементарных ячеек. В частности, это наборы различимых «линеек», пространственные реперы, ассоциированные с:

а) трехмерными узорами Пенроуза, – т.е. усложненными вариантами квазикристаллов с геометрией, включающей фрактальные биоструктуры атомарного / надмолекулярного уровней, формируемые чередованием, в частности, двух типов ромбоэдров;

б) пентагональными квазикристаллами, сходными по структуре симметрии с фуллеренами конечных / конкретных размеров.

В случае биообъектов (упрощенно) все многообразие квазикристаллических структур можно свести к двум (амаз / графит - подобным) типам решеток геометрически усложненных вариантов квазикристаллов, выявленных математиком Пенроузом на основе конструктивных альтернатив его «простым» трехмерным узорам. При таком заполнении квазикристалл можно считать предельным случаем классического кристалла (как правило, кубической структуры) от которого остались только дефекты и дислокации. Это же касается и органических молекул живого организма, где кроме них в составе тканей костей, зубов, волос, раковин, панцирей одноклеточных / планктонных радиолярий (подобн.) и у кокколитов присутствуют также и минералы процесса биоминерализации. Последние возникают в виде зародышей внутри органической матрицы в.н. тканей, уже образованной стопками полисахаридов, «прошитых», в свою очередь, фибриллами белка и формирующих сначала элементарные минеральные кристаллиты (с осями повышенной и пониженной концентрации в.н. дефектов), – а затем минеральные поликристаллы. В целом, живые организмы вынуждены приспосабливаться не только к миру вещества (что очевидно), но и к хорошо скрытому, но довлеющему примату геометрического подобия квазикристаллических структур вакуума даже на уровне:

а) элементарных частиц (начиная с в.н. виртуальных гронов, вероятно создающих в составе ГРОД - оболочек большую часть массы известного нам вещества);

б) атомов и молекул.

Перечисленные геометрически взаимоподобные и разноуровневые структуры вещества, т.н. овеществленные его имитации аналогичных вакуумных структур (и начиная с уровня элементарных частиц), но не сами химические реакции, вероятно, способны выступать в роли характерных резонаторов. Последние, вероятно, могут быть настроены на определенные параметры одной / группы волн и, тем самым, на инициацию широко изучаемых процессов квантовой гравитации (т.е. гравитационной интерференции, базирующейся на голографических эффектах неэлектромагнитной природы за счет переменной составляющей гравитационного поля) [203].

Важность присутствия и формирования в.н. минералов сегодня хотя и признается в отдельных дисциплинах (от геохимии до медицины), но слабо обсуждается в рамках супермеждисциплинарных проблем (схожих с данной). В этот процесс включены: предковые кристаллы апатита $\{Ca_{10}(PO_4)_6(OH,F,Cl)_2\}$; кальцита и арагонита (на основе $CaCO_3$), – у беспозвоночных, водорослей и некоторых прокариот, – и тетрагонального кристобалита (его кластеры формируют скелеты из макроскопически аморфной двуокиси кремния, SiO_2, у низших организмов). Организуются чисто твердотельные эффекты. Причем в зависимости от условий может реализоваться тот или иной тип перестройки (био)минерализации. Например, при культивировании сине-зеленых водорослей *Mastigocladus* возможен переход от кальцитовой (Ca-карбонатной) к апатитовой (Ca-фосфатной) минерализации, – причем без вреда для организмов и сильных изменений микронной геометрии минеральных выделений. Этот твердофазный эффект осуществляется только дискретным скачком, – после чего обнаруживаемые скелеты содержат минералы только одного из в.н. типов (апатита или кальцита), но не промежуточного состава. Решетки этих основных скелетных минералов характеризуются системой полностью или частично совпадающих и взаимосогласованных пропорций, сопрягаемой с параметрами матричных конфокальных текстур (см. ниже) и пропорцией «золотого сечения» [203].

Заметим, что различно структурированные скелетные формы жизни и процесс биоминерализации из кальцита / апатита с одной стороны и двуокиси кремния с другой появились ~541 млн.л.н., на границе кембрия и докембрия (палеозоя и протерозоя; палеонтологические данные), – практически одновременно («взрывообразно»), и не обязательно строго унаследованно от предковых форм (т.е. только вертикальным путем). Это касалось разноорганизованных биологических видов (в.н. форм моллюсков, иглокожих и других брюхоногих гастропод; кораллов, членистоногих трилобитов, ракообразных; кремниевых губок, и т.д.), – в основном обитающих в морских бассейнах. До этого существовали бесскелетные неподвижные / подвижные многоклеточные в фауне, богатой макроскопическими бесскелетными формами нижне-вендского периода (начиная с ~650 млн.л.н.), обнаруженной, в частности, в Хайнаньской биоте докембрийских отложений в Китае, и в центрально-австралийской Эдиакарской фауне [203].

{{*Коммент. авт.* (выводы): Здесь можно заметить, однако, что указанный период хайнаньской / эдиакарской биот (~541 млн.л.н), по крайней мере – и помимо практически тотально начавшегося процесса одновременной биоминерализации у многоклеточных

эукариотических организмов (как отмечено в [203]), также ассоциировали с эволюционной задержкой появления многоклеточных эукариот от одноклеточных эукариотических организмов, ранее появлявшихся на протяжении длительного периода в ~1,4-2,4 млрд.л.н. [124, 111]. Обозначенную задержку, в частности, связывали со специфической асимметрией и особенностями накопления / перераспределения, поддержанием оптимального соотношения изотопов углерода ^{12}C, условно «обычного», и ^{13}C, имеющего дополнительный протон и обладающего спином, – т.е., не исключено, вступающего в ^{13}C-^{13}C спин-спиновое взаимодействие в молекуле-носителе (естественно-природное соотношение ^{13}C к ^{12}C составляет величину порядка ~1 : 100). Углеродные в.н. изотопы встраиваются, прежде всего, в CpG-динуклеотидные островки ДНК эукариотических организмов. А в.н. период формирования одноклеточных эукариот (в ~1,4-2,4 млрд.л.н.), считают, являлся периодом естественных колебаний изотопии углерода $^{12}C/^{13}C$. Встраивание ^{13}C в ДНК касалось наиболее уязвимых стадий морфогенеза многоклеточных эукариотических организмов (*зд.*), – образования энто- и эктодермы на последних двух стадиях деления дробления бластомеров, т.е. ранних и относительно замкнутых эмбриональных структур, по крайней мере, стадий бластомеры-морула-бластоцисты-гаструла (когда сначала ^{13}C включался в ДНК островков CpG слабо, а затем, накопившись в цитоплазме, более интенсивно), – и до растворения мембраны яйцеклетки [124, 111]. Однако, в обоих случаях, – т.е. при формировании сбалансированных процессов оптимизации $^{12}C/^{13}C$-изотопии (1), и при биоминерализации, синхронно возникшей сразу у многих археологически / палеонтологически исследованных многоклеточных эукариот (2), – важным может оказаться еще один процесс. Этот процесс накопления / структуризации в ДНК в.н. эукариот относительно простых и сложносоставных повторяющихся последовательностей, занимающих не менее половины пространства ядерного генома клеточной ДНК (то же самое, хотя и в значительно меньшей степени, может касаться также одноклеточных эукариот и, в совсем малой степени, прокариотических организмов). Но процесс накопления, движения, структуризации и преобразования повторов генома (а также повторов, уникально повторяющихся в генах) может быть инициирован, поддержан и продолжен приведенным в данной работе специальным механизмом воспроизведения мини- / микро-сателлит-подобных последовательностей, – гипотетической вариабельной поэпитопной обратной трансляцией (вПОТ-механизмом) [111]; см. также [1, 6, 7, 8, 17, 19, 20] и работы на сайте («www.amdeich-var-reverse-translation.ru»)}}.

Необходимо учесть, что в.н. процесс биоминерализации также является и частью морфогенеза любых организмов (прокариотических / эукариотических), обладающих характерными геометрическими структурами и универсальной сопряженностью их функцирования с биополимерами на основе жидкокристаллических образований. Хотя жидкие кристаллы совмещают свойства раствора и кристаллов, в биохимии изучают почти только их химические («растворные») свойства, в то время как геометрия надмолекулярных структур, т.е конфокальность их текстур, практически не учитывается. Тем не менее, процесс биоминерализации совместим с биохимией растворов. Конфокальные текстуры жидких кристаллов содержат точки квазикристаллической системы, тождественные характеристическим точкам доменов жидких кристаллов.

Описан случай предположительной биоминерализации, часто относимый к курьезным. Ископаемый т.н. «череп судьбы» (в натуральную величину черепа человека) найденный археологами в 1927 году в одном из храмов племени майя, состоит из монокристалла горного хрусталя (SiO_2), относится к т.н. биопсевдоморфозам и не может быть изготовленным с помощью современных средств (инструментов / приборов). Это, как и в случае археологических экспонатов / фрагментов ископаемой древесины, имеющихся в любом палеонтологическом музее, происходит в результате полного / посмертного геометрически высокоточного химического замещения исходного тканевого вещества апатита (например, и скорее всего, в условиях гидротермальных озер), – в данном случае в составе черепных костей, – на двуокись кремния в процессе фоссилизации. Хотя описаны также и случаи электронномикроскопически неотличимых образцов естественного и экспериментального замещения апатита на сульфид железа (у человека), на флюорит (CaF_2, у кокколитов), и др. [203].

По мнению автора теории квазикристаллических структур вакуума [203], минеральные кристаллы в перечисленных органах, и с участием органической матрицы, возникают вторично, а эволюционно более ранним (первичным) был обратный процесс, – формирования молекул и самой в.н. матрицы на исходно биогенных кристаллах (квази)кристаллических структур. Это согласуется, по крайней мере частично, с принципом обратимости матричных процессов [203].

{{*Коммент. авт.* (выводы): можно, однако, думать, что и в.н. кристаллы / минералы, и квазикристаллические структуры, видоизменяясь в пространстве и времени, (био)химически все же имитируют те варианты структур, которые исходно / потенциально заложены в наборе квазикристаллических структур вакуума. Однако, и в свою очередь,

все многообразие квазикристаллических структур, тем более в различных пространственно-временных континуумах, вероятно, проявляется не одномоментно, а разворачивается в динамических изменениях, развитии соответствующих косных и живых систем, в различных последовательных / цепных / ветвящихся реакциях, актуализируемых далее веществом в необратимые и, в основном, направленные процессы биологической эволюции}}.

Совокупность в.н. процессов, и на основе реально совпадающих структурных параметров и безразмерных пропорций элементарных кристаллографических ячеек у самых разных кристаллов и молекул (*зд*., в контексте концепции квазикристаллического вакуума), можно именовать номогенезом.

Кроме того, кристаллы – это мир прямых линий и плоских поверхностей. Тогда как в живых организмах (и в.н. органах), – доминируют криволинейные контуры. Кристаллы здесь не кубические, а более сложные мезоскопические фрактальные структуры со специфическими дислокациями и дефектами, редкой повторяемостью и рядом нетривиальных особенностей. Эти структуры (и, в частности, матричные пластины эллиптического типа) не похожи на таковые в элементарных ячейках и макроскопических кристаллах, но схожи со структурами самоорганизующихся жидкокристаллических конфокальных текстур, способных создавать закономерные образцы (артефакты) упрощенной или усложненной структуры. Конфокальные текстуры заполняют пространство безразрывным способом и организованы, в частности, в сложную упорядоченность костной ткани. При этом твердые тела с кристаллической структурой подчиняются закономерностям объектов с жидкокристаллической структурой, большая часть вещества заменяется на субигольчатые кристаллы с геометрией и размерами жидких кристаллов. При определенных условиях создание геометрии конфокальных текстур и процесс биоминерализации наблюдаются не только в костной, но и в других тканях позвоночных, которые в обычных условиях включают консервативные механизмы активного торможения этого процесса. Сбой таких механизмов ведет, в частности, к т.н. отложениям различных солей [203].

Или другой случай: отклонения от стандартной схемы биоминерализации гексагональных полисахарид-содержащих пластин в костной ткани человека может приводить к формированию здесь злокачественного новообразования (к саркоме). Причем в.н. пластины оказываются по форме / размерам идентичными таковым в нормальной ткани, но до полной аномальности изменяются электронографические характеристики, –

межплоскостные расстояния пластин. Это ведет к нарушению условий эпитаксии (взаимосовместимости), хаотизации в расположении кристаллов и понижению степени кристаллографического соответствия, возможно вызванного дискорреляцией в механизмах клеточной адгезии с участием кальция и ограничениями в контроле процессов пролиферации [203].

Названные выше конфокальные текстуры обладают не центральной, а спиральной симметрией, характерной, например, для холестерических жидких кристаллов (кроме которых встречаются, также, нематические и плоские структуры смектического типов). В клеточной биосистеме спиральная симметрия характерна, в частности, митотическому веретену. Конфокальные домены выстраиваются в виде соединения каждой точки эллипса и каждой точки гиперболы (ограниченного или неограниченного размера), проведенного перпендикулярно через в.н. фокальную точку эллипса. Через каждую такую точку (а их бесконечное множество) внутри домена может пройти только одна прямая, направление которой каждый раз совпадает с направлением удлинения молекулы вещества жидкого кристалла. Эксцентриситеты эллипса и гиперболы (см. выше) оказываются по величине взаимнообратными. В реальности в жидкокристаллической структуре вещества формируются сложные поверхности четвертого порядка (математически описываемые т.н. циклидами Дюпена) со сложно изогнутыми слоями равной толщины, а в простейшем случае, – мономолекулярные слои (т.н. смектики). В случае электромагнитных взаимодействий в.н. циклиды выстраивают поверхности равной фазы в единой системе с нетривиально упорядоченными взаимодействиями, когда эллипс трансформируется в круг, гипербола – в осевую прямую (в частности, одиночной центральной или двойной белковой фибриллы, прочно сцепленной с полисахаридной пластиной, соответственно, прокариотического или эукариотического жгутика), а циклиды принимают форму торов.

Аналоги пустот в кристаллах с топологией сросшихся торов и трехмерных полимерных сеток заполнены слабо связанной водой. А наклон, в частности цилиндрической формы волоса, осложнен наличием аналогов кристалла, – фибриллами, основой которых являются округлые глобулы кератинов (прежде всего, α-кератины, в ~20 нм каждая; хотя в ногтях преобладают β-формы). Поверхность молекул кератинов почти полностью сформирована продольно / поперечно упорядоченными и переплетенными кольцами-торами и с возрастом становится все более неровной / грубой. Диаметр отдельных кератинов является независимой от возраста структурной константой, но число молекул кератина в фибрилле и количество соподчиненных уровней структуры могут

меняться. Так в седом волосе человека в.н. свободные молекулы кератина сначала организуются в микроволокна (часто отсутствующие у молодых людей), из которых и состоят фибриллы. Торообразные кольца, – надмолекулярные катенаны с внешним диаметром в ~8 нм, а геометрически, – аналоги фрактально увеличенной элементарной ячейки с микрорельефом переменной степени кристалличности составных и плотно-упакованных ромбоэдров. Здесь преобладают фрактал-организованные составные биоструктуры. Причем, интересно, наблюдается сильное сходство геометрических структур в.н. седого волоса (на основе кератиновых чешуек), – и панциря гиганской ископаемой черепахи (также на основе кератина). Линейные размеры этих биообъектов различаются в ~50 миллионов раз, а соотношение их объемов или масс составляет величину порядка ~1,25•10^{23} (сопоставимую с числом Авогадро, 6,02•10^{23}) [203].

Аналогичные вопросы, которых на микро- и макроуровнях возникает много, но уже в соответствии с законами симметрии двойникования кристаллов льда, появляются и в случае ветвления снежинок (раздвоения, ветвления их радиальных лучей на одном и том же расстоянии от центральной точки, др.). Требует объяснения то, какие именно физические силы стоят за явлением формирования таких кристаллографически подобных, но поливариантных в условиях воспроизведения множеств реальных тонких структур {{*Коммент. авт.* (выводы): это напоминает ситуацию с биообъектами, когда прокариоты и эукариоты имеют один и тот же генетический код, но структурное и биологическое разнообразие вторых выражено на порядки более сильно}}. Ясно только, что в ряде случаев (в отношении в.н. снежинок, при биологическом морфогенезе, др.) активация локально действующих межатомных и межмолекулярных сил электромагнитной природы требует привлечения сторонних сил иной / нехимической природы, носителями которых, вполне вероятно, могут быть именно фрактал-организованные структуры физического вакуума.

Суммарный вес алюмосиликатов различных составов превышает таковой для всех остальных минералов земной коры, а их формирование может быть связано с идентичностью ГРОД-структур входящих в него элементов (прежде всего комплексных анионов на основе Al / Si / O; а также катионов некоторых одно- и двухвалентных металлов: Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, иногда Ba^{2+} и Li^+). Эти и другие типы ячеек имеют неслучайно совпадающие безразмерные кристаллографические пропорции. Для в.н. заполнения достаточно всего 2-х типов ромбоэдров с соотношением объемных диагонолей в пропорции «золотого сечения», – т.е. способных образовывать ось

симметрии 5-го порядка (с не менее чем 5-ю точками), запрещенную при построении классических кристаллов. Часто, однако, реализуются еще более сложные симметрии. Таким образом, для функционирования трехмерной совокупности элементов симметрии квазикристалла необходимо иметь порядок симметрии кратный 60, т.е. с числом точек от 60 (60, 120, 180, …) [203].

В целом, ключевая роль вакуума, имеющего, одновременно, собственные, стабильно воспроизводимые геометрические и виртуальные структуры, может реализоваться в биологии в нескольких направлениях первого приближения [203]:

1) в тотально распространенном исходном формировании конкретных, но унифицированно подогнанных друг к другу комплементарных / матричных структур (отпечатков) химически разных молекул, являющихся фрактально-овеществленными имитациями вакуумных структур;

2) в достаточно быстром, по эволюционным меркам, становлении ключевых процессов возникновения жизни при различных способах подведения энергии (фотонами, излучением, электрическими разрядами, аэродинамическими ударами, др.). {{*Коммент. авт.* (выводы): следует, однако, различать скорости возникновения кристаллических / квазикристаллических минеральных структур и первичных биотических объектов (жизни) с одной стороны, – и квазикристаллических биологических структур и процесс становления, например, современного генетического кода (УГК) с другой}};

3) в примате структурообразующей роли вакуума, являющегося, одновременно, носителем как полей нехимической природы, так и любых известных / возможных / экзотических полей, – и по сравнению с такими признаками живого, как питание, размножение, формирование клеточных органелл и других надмолекулярных структур; {{*Коммент. авт.* (выводы): в отношении «живых» структур, возможно, дело не в примате, а в опережающем влиянии и последующем суммарном / неотделимом наложении действующих первичного, – и в.н. факторов, «вступивших в игру» позже}}.

4) в обеспечении упорядоченного молекулярного туннелирования в определенных участках замкнутых биоэлектрических цепей, содержащих биологический аналог ЭДС, – за счет сторонних сил не-ЭМ природы, – и против сил ЭМ-природы;

5) в поддержании функционирующим мозгом, во-первых, энергетически выгодных и безэнтропийных процессов мышления, позволяющих сохранить возможность принятия абстрактно-логических и практически независимых от температуры решений в диапазоне 35-41 ºС; а т.н. «сверхвозможности» мозга (по Н.П. Бехтеревой), во-вторых, могут быть

ассоциированы, в частности, с неприменением материальным микромиром практики, базирующейся на понятии материальной точки;

6) список может быть удлинен за счет: эффектов право-левой симметрии; структурной роли пропорции «золотого сечения» (встречаемой в самых разных областях у объектов естественной и искусственной природы, и отражающей реальные закономерности кодирования различных признаков, – зрительных, слуховых, осязательных, др.) у любых распознаваемых объектов в n-мерном (где n, – число достаточных признаков) абстрактном пространстве, – не тождественном гипотетическому многомерному реальному пространству; и др. [203].

Структура генетического кода

В соответствии с изложенным выше, концепция квазикристаллического вакуума (наборов его структур) предлагает свой, в определенных моментах оригинальный вариант детерминированного возникновения языка генетического кода (*зд.* упрощенно). Подразумевается, что в рамках геологического масштаба времени это могло / должно было происходить достаточно быстрым образом, т.к. у жидкокристаллических и потенциально предковых индивидуальных и организованных в группы соответствующих предбиологических структур период жизни был вполне ограниченным (даже – в пределах одного года). {{*Коммент. авт.* (выводы): выше уже сказано, что предбиологические и жизнь-ассоциированные системы и молекулы, но не сложноорганизованные развивающиеся квазикристаллические биологические системы и организация современного универсального генетического кода (УГК), похоже, действительно могли / должны были следовать такому сценарию}}. При этом, во-первых, систем / структур, принимающих участие в таком процессе могло быть не малое множество. Во-вторых, сформировавшись в условиях «диктата» разных кристаллов, они, тем не менее, имели возможность сливаться в единую упорядоченную жидкокристаллическую систему. Структуры на основе апатита (отчасти и кальцита) имеют исходно комплементарные и стереохимически эквивалентные соотношения с любыми ДНК (благодаря фосфатным группам). То же касается и (про)коллагенов, и коллаген-подобных участков белков (данные минерал и белок являются основными компонентами, в частности, костной ткани). Именно поэтому они используются в настоящее время в качестве подложек в соответствующих лабораторных экспериментах. Предполагается (*зд.*), что современный

аппарат синтеза белка, возможно, и до некоторой степени, имитирует процесс более раннего синтеза белка на апатитовом кристалле. ДНК (кроме Z-ДНК) и коллаген являются правоспиральными структурами с характерными десятикратно различающимися внутренними осевыми параметрами расстояний между соседними нуклеотидами (0,336 нм) или аминокислотами (0,286 нм) с одной стороны, – и длинами соответствующих витков спиралей ДНК (3,36 нм) и коллагена (2,86 нм) с другой. А соотношение длин данных спиралей (3,36 / 2,86 = 1,17) является характерным степенным значением (кубическим корнем), безразмерной кристаллографической пропорцией в.н. длин витков спиралей ДНК / коллагена в рамках часто обнаруживаемого принципа «золотого сечения». В коллагене и коллаген-подобных белках наиболее повторяем мотив глицин-пролин [203].

Всего 64-мя трехбуквенными кодонами, и в соответствии со стандартной моделью, кодируется 21 объект в генетическом коде (20 канонических аминокислот, АК белков; и одна стоп-команда), который для в.н. АК содержит разное число кодонов-синонимов (от одного у метионина и триптофана, – до шести у серина, аргинина и лейцина), три триплета для стоп-кодона и является вырожденным. У синонимичных кодонов, как правило, первые два нуклеотида идентичны. {{*Коммент. авт.* (выводы): Заметим, что это не касается серина, у которого заменяться могут первый и второй нуклеотиды, а также – аргинина и лейцина, замены у которых возможны по первому нуклеотиду кодона}}.

Третий нуклеотид может содержать:

а) любой нуклеотид (касается пяти четырехкодонных АК: валина, пролина, треонина, аланина и глицина; и трех в.н. шестикодонных АК: серина, аргинина и лейцина);

б) другой пиримидин (касается двухкодонных АК: фенилаланина, тирозина, гистидина, аспарагина, аспарагиновой кислот и цистеина; а также двух кодонов шестикодонных АК серина и лейцина);

в) другой пурин (касается других двухкодонных АК: глутамина, глутаминовой кислоты и лизина; а также двух кодонов шестикодонного аргинина);

г) или два пиримидина и один пурин (касается единственного трехкодонного изолейцина).

Для кодирования четырех аминокислот (глицина, пролина, аланина и аргинина) достаточно нуклеотидов Г и Ц, которые, вероятно, получили возможность для энергетически более выгодного спаривания (Г≡Ц, тройная связь), – раньше нуклеотидов А

и Т (А=Т, двойная связь). Среди стандартных нуклеотидов У и Т, скорее всего, появились и оказались включенными в состав нуклеотидных последовательностей последними [203, 208]. Перечисленные АК, – минимальный набор, необходимый для синтеза полипептида с коллагеновой тройной спиралью. Такой праколлаген содержит по 1/3 глицина и пролина, а остальное (по 1/6) поровну распределено между аланином и аргинином. На добиологической стадии, вероятно, могла считываться однонитевая ДНК, или, затем, двунитевая, – но без явного предпочтения, во-первых, одной из нитей. Во-вторых, – считывание могло идти в обоих направлениях, когда и ГГГ и ЦЦЦ давали, соответственно, пролин ↔ пролин и глицин ↔ глицин. Более того, вся группа кодонов глицин-пролин, по нуклеотидному составу, замкнута «сама на себя». В случае ЦГЦ / ГЦГ - кодонов преобразования также идут в направлении аргинин ↔ аланин и аланин ↔ аргинин. При однонитевом комплементарном считывании (без подробностей) группа кодонов серин-аргинин-аланин также оказывается замкнутой «сама на себя». А серин, и на стадии становления кода, оказывается самой незаменимой, единственно имеющей, и имеющий четыре взаимно комплементарных кодона аминокислотой (незаменимость серина, – единственной аминокислоты, в которой заменам подвергаются и «неприкасаемые» первый и второй нуклеотиды ее кодонов, – обоснована также и в [15]). С серином, в частности, связывают как первичное осаждение фосфатных групп апатита {общая формула которого, – $Ca_{10}(PO_4)_6(OH,F,Cl)_2$} в составе формирующихся костей и зубов, так и становление его центральным объектом добиологической энергетики на фосфатах кальция при возникновении жизни, далее основывающейся на АТФ-зависимой энергетике [203].

Отступление 6. Биоминерализация в эпифизе

Интересно, что и до настоящего времени, в частности, в шишковидной железе, т.е. эпифизе человека (гомолога т.н. третьего теменного глаза низших позвоночных), где поочередно вырабатываются два основных его гормона (мелатонин и серотонин), сохранились твердотельные биокристаллические включения. Они появляются в нормальном процессе биоминерализации на органических матрицах и вряд ли являются нефункционирующим рудиментом. Иногда, однако, включения формируют и патологические отложения, характерные также и для суставов, сердечной мышцы, и др. {Здесь можно обратить внимание на то, что в рамках концепции квазикристаллического

вакуума появляется неожиданный для стандартного взгляда вид патологии на основе взаимодействий не только химических, но и фундаментально физических, когда в.н. отравление свинцом (^{208}Pb), прохождение его через неповрежденную кожу может быть связано, как предполагают [203], именно с квазикристаллической структурой виртуальных компонент атома данного химического элемента}. Эти в.н. биокристаллы «мозгового песка» (шишковидной железы, на основе фосфата кальция) по составу аналогичны апатитам костей и зубов, специфически структурированы (в виде переплетенных торов), обладают пьезоэлектрическими свойствами и, скорее всего, представляют специализированный вариант апатита раннеэволюционного периода, с которого мог начаться процесс возникновения жизни. Выше названным биокристаллическим субсферическим включениям (и в порядке рабочей гипотезы) приписывают потенциально возможную роль своеобразного генератора частот (биологических часов) вихревых гравитационных полей. Объяснение работы мозга, и с участием таких структур, станет возможным только с созданием целостной теории квантовой гравитации, учитывающей новые, сегодня практически неизвестные даже в фундаментальной физике представления о внутриатомных силах. Последние могут действовать и в квазистационарном режиме, – в котором, собственно, они и поддерживают структуру стабильного вещества. Причем необходимо учесть, что в настоящее время подобные представления черпаются, в основном, только из экстремальных процессов, – таких как распад / взрыв атомных ядер (и подобн.) [203].

Продолжим. В итоге, и после аналогичного расмотрения всех 64 кодонов, в.н. 21 кодируемый объект (20 канонических аминокислот и стоп-команда) формирует шесть новых / оригинальных дискретных замкнутых групп, классификация аминокислот в которых указывает на степень включенности каждой из них в состав коллагена (особенно с первой по четвертую группу) в период становления кода {см. [203], табл. 6 с диагональной симметрией}. Кодирование современных митохондриальных геномов ассоциировано с небольшими отклонениями, в основном, в наиболее «молодых» кодонах. Такая симметрия, и при любом далее усложняющемся способе их считывания у прокариот и ДНК-содержащих органелл эукариот, гарантирует праколлагенам и коллаген-подобным белкам «самосохранение» в разворачивающемся пространственно-временном континууме [203].

{{*Коммент. авт.* (выводы): что касается в.н. отклонений в кодировании у т.н. «молодых» кодонов в митохондриях, здесь лучше с «диагнозом» не торопиться, т.к. мы

знаем только ситуацию современного периода, являющегося всего лишь «моментальным снимком» в ряду событий, длящихся сотни миллионов лет и дольше (образцы ДНК, и тем более РНК, ископаемых форм такой давности не сохраняются): т.е. через стадию «отклонения» могли, ранее и не исключено, проходить и другие кодоны. Дело в том, повторюсь, что автор теории структур квазикристаллического вакуума [203] представил не динамический, а квазистационарный ее вариант, который хотя и не отвергает возможность процесса развития организации структуры генетического кода за эволюционный период, но согласуется с современным его состоянием. В итоге, многие сделают вывод о том, что существует только один, и именно имеющийся ныне его вариант, а процесс изменений / развития кода запрещен («квазикристаллически неоправдан»). Кроме того, необходимо разбираться, в какой степени в.н. отклонения в кодировании связаны с процессом редактирования на уровне РНК, корректирующем ДНК-записи каждый раз для определенных специфических целей генетического и биохимического метаболизмов [1]. А о возможных реальных и предполагаемых связях различных видов редактирования РНК с другими механизмами экспрессии клеточного генома при самых разнообразных внутриклеточных процессах и с процессами макро- и микроэволюции можно найти в работах автора [2, 1] и др.}}.

Согласно в.н. классификации, первоначально четыре основных праколлагеновых аминокислоты, кодируемых Г / Ц - кодонами (глицин, пролин, аланин, аргинин), могли синтезироваться с участием апатитовой матрицы. Затем, с включением в матрица-зависимый процесс аденина (А), стали возможными локальные нарушения комплементарности (на отрезках малой длины), по крайней мере, еще и для ААА (например, в отношении не-уотсон-криковских пар ААА / ААА) и ГАГ кодонов, соответственно, аминокислот лизина и глутаминовой кислоты. На следущем этапе, и в отношении всех / некоторых кодонов в.н. аминокислот (глицина, пролина, аланина, аргинина, лизина и глутаминовой кослоты), появились процессы стабилизации направления считывания, понижения симметрии кодонов и становления синонимов кодонов (вырождения кода) с участием вновь появившихся языковых символов (см. [203], табл.7). Наконец, на последнем этапе, с включением в процесс тимидина, Т (на А-матрице синтезируются ТТТ, ТАА, ТТА и т.д), задействованными в матричном процессе оказываются, во-первых, и кодоны всех остальных аминокислот, свойственных не коллагену, а многим другим белкам. Во-вторых, появляются и все три начинающиеся на Т стоп-кодона (ТАА, ТАГ, ТГА), функция которых могла регулироваться до этого чисто

жидкокристаллическими факторами. Таким образом, не исключено, могло формироваться изначальное апатит-зависимое, еще добиологическое кодирование структур праколлагена и первых / простых последовательностей ДНК [203].

{{*Коммент. авт.* (выводы): детальное обоснование того, что синтез небольших фрагментов белка (коротких пептидов) первоначально мог быть ассоциирован с детерминирующей ролью кристаллических структур (различных минералов апатитов, др.), и в контексте теории квазикристаллических структур вакуума [203], – не выглядит фантастичным. Однако, если обсуждать вопрос скорости создания аппаратов синтеза белковых и нуклеиновых структур, адекватных современным, и несмотря на попытки автора этой теории думать / моделировать, что они, хотя бы и поэтапно, но, в контексте проблемы становления современного генетического кода (УГК), и согласно [203], «обязаны» были сформироваться чрезвычайно быстро (см. выше), – причем почти сразу в рамках ныне сложившихся, основных / конкретных параметров УГК-кода {т.е. в соответствии с известными стандартами и нестандартами относительно: (ду)плетности его нитей (хотя стадия возможного прочтения однонитевых ДНК-текстов также не исключена); (три)нуклеотидности кодонов; степени вырожденности как самого кода, так и по численности кодонов для каждой из аминокислот; спектрам стандартных и нестандартных аминокислот и нуклеотидов; формированию первичных-вторичных-третичных-четвертичных структур генома, а также «метилома», «нуклеосомного кода», и т.д.}, – то тогда можно допустить следующее.

Скорее всего, в.н. «быстрота» относится только к некоторым, не исключено, периодически создаваемым ключевым этапам, прежде всего ранним (но не только), длительного и сложного процесса. Последним, вероятно, является не только эволюционный процесс в целом, но и каждая из его составляющих, – включая продолжающийся процесс формирования эволюционирующего современного универсального генетического кода (УГК) у прокариот и эукариот, в фотосинтезирующей и нефотосинтезирующей частях биосферы, и др. То же касается и разных (меж)клеточных / (меж)организменных и функционально важных уровней многих других биологически значимых процессов и механизмов.

Генетический код, как и характер функционально-структурных комплексов любой отдельно взятой части целой эволюционирующей биосферы, не статичен в контексте любых классификаций. Поэтому для его разработки необходимо обозначить положения динамической, а не только (квази)статической теории квазикристалличности вакуумных

структур, в которой бы ее свойства, и конкретно, обсуждались уже начиная с уровня элементарных частиц. И, опять таки, – не в (квази)статическом, а в динамическом варианте {хотя, понятно, что для этого требуются время и новые обоснования (автору теории [203], и др.)}.

Таким образом, и кратко, можно предположить, что путь к основным параметрам УГК-кода, прежде всего к формированию аппаратов синтеза белка и нуклеиновых кислот, формировался не одним лишь «скачком» от (квази)кристаллических структур апатитов и / или других в.н. минералов (к тому же неоднократно), – и даже не только одновременно с периодом включения в.н. предположительно ключевых этапов формирования генетического кода (УГК). Требовалось огромное множество новых, постоянно совершенствующихся генетических, биохимических и других механизмов (заметим, что для клетки / организма распределение дисциплин науки «по полочкам» не является разделением актуальным), способных обеспечить количественно-качественные преобразования и показатели процессинга нуклеотидных последовательностей ДНК / РНК. По сути, речь идет о такой обработке информации, которая позволяла бы самые различные типы реакций, механизмов и взаимодействий (т.е. практически всех естественно-научных категорий, – от физических до биологических; и др.), и за короткое или эволюционно значимое время, перевести в генетически / дискретно кодируемые последовательности молекул белков, РНК / ДНК, обеспечивающих всё пластично программирумое клеткой / организмом многообразие мембран-ассоциируемых, цитоплазматических и протекающих в ядре / митохондриях процессов специализации любого типа.

К одним из возможных вариантов промежуточных / связующих механизмов синтеза белка и нуклеиновых кислот в далеком прошлом и настоящем, – {т.е. начиная с раннеэволюционного периода, когда роль минеральных (квази)кристаллических структур могла быть наиболее значимой, – и до современной эпохи полностью автономного функционирования в.н. аппаратов синтеза}, – можно отнести, в частности, следующие гипотетические механизмы:

1) одновременной трансляции-репликации, в теориях: а) прогенов (т.е. физико-химического соответствия аминокислот и нуклеотидов [23, 24]); б) синтеза нуклеиновых кислот, направляемого аминокислотами [25];

2) «обратной трансляции» реликтовых / примитивных белков (т.н. rT-механизм M.Nashimoto) при поддержании эволюционно длительного процесса РНК / Белковой

симметрии [35]. В соответствии с «принципом непрерывности» Дж. Оргелла [210] в клетке явно или скрыто коэволюционируют взаимодействующие молекулы, их части и функции [211, 212]. По мнению М.Нашимото “reverse translation” в прошлом поддерживала биологическую непрерывность. При этом сохранялся пул только тех РНК, которые соответствовали именно востребованным последовательностям аминокислот процесса [35]. Были ли, однако, такие последовательности белками в современном смысле, даже примитивными, – не известно, – как неизвестен состав, и то, к каким генетическим системам они относились [2];

3) вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции (вПОТ-механизм) рассмотрен в работах [1-22, 34, 40, 111] сайта автора (www.amdeich-var-reverse-translation.ru); и др. Процесс формирования олигонуклеотидных мини / микро-сателлит-подобных последовательностей (олиго-НЭ) на фрагменте / эпитопе белковой матрицы / псевдоматрицы уже обсуждался (см. выше). В соответствии с таким подходом, РНК / белковая симметрия (то есть в.н. непрерывность) могла не исчезнуть, а быть взятой клеткой (пре-клеточными структурами) под контроль. Продолжая существовать, такая симметрия могла поддерживать большое количество параллельно развивающихся и взаимосвязанных исходных пре-генотипических и пре-фенотипических процессов. Эти процессы могли начаться в эпоху абиогенно востребованных олигоструктур обоих типов (отражено в широко известных концепциях RNA-world и DNA-world [26]), усложняться, встраиваться в контекст появившихся более поздно и механизмов, продолжающихся до сих пор. Пути возникновения олигоструктур могли быть различными: в результате электрического разряда, пребиотической CO_2-фиксации на поверхности пиритовых кристаллов, взаимодействия с различными почва-подобными структурами (глинами, др.), и т.д. [212].

Степень возможной функциональной и временно́й взаимосвязанности перечисленных механизмов до конца не ясна, но оценивалась в работах [1-5, 9, 15, др.]. Среди различных в.н. типов воздействия (химического, физико-химического, биохимического, молекулярно-биологического, генетического, и т.д.) только третий механизм (вПОТ) рассматривает также и возможный эффект чисто (био)физического взаимодействия, заключающегося в возможном информационном влиянии уже начиная с уровня элементарных частиц (*зд*., прежде всего, динамически сменяющихся наборов фотонов, виртуальных фотонов, и др.), во-первых.

При этом имеются ввиду следующие вПОТ-(мембрано)-зависимые стадии:

а) формирования универсального генетического кода, УГК, в мебранных структурах хлоропластов / тилакоидов фотосинтезирущих организмов от энерголучевого потока, ЭЛП (его трех компонент, – солнечной, дальнего / ближнего космоса, радиационного фона Земли), – т.е. на фоне всех физико-химических и по́левых воздействий данного региона поверхности Земли / биосферы (см. выше). При этом различающиеся по энергетическим и квантовым характеристикам фотоны, виртуальные фотоны и другие связанные с ними элементарные частицы могут открыть в перспективе новую страницу в описании исторически / эволюционно складывавшейся и продолжающей складываться динамики целого генетического кода (включая, в частности, современный УГК-код) в контексте внутриатомных (включая различные ядерные) и внутримолекулярных взаимодействий, – по крайней мере, в отношении разнообразия в рамках существующего генетического кода;

б) формирования некоторой части генетически воспроизводимого материала (небольших участков, фрагментов генов / геномов), т.е. олиго-НЭ, в в.н. органеллах фотосинтезирущих организмов. Далее следует ВНП-передача, т.е. передача олиго-НЭ в составе вектор-подобных нуклеиновых последовательностей как от хлоропластов / тилакоидов в ядро / митохондрии данного организма (и более широко, между его ДНК-содержащими органеллами), – так и организмам другой, нефотосинтезирущей части биосферы. Последнее возможно при функционировании в рамках специальной системы Генетической Челночной Обратной Связи, т.н. ГЧОС-системы, «компетентной» среди биологических видов одного сообщества / их-групп / биоценозов / др.; (см. [1-3] и др. работы сайта)};

в) формирования вне генома олигонуклеотидных последовательностей, олиго-НЭ, в ДНК-содержащих (по крайней мере, в митохондриях / хлоропластах) внутриклеточных органеллах эукариот. Также, в качестве вероятных остаются вопросы возможного аналогичного формирования олиго-НЭ: i) у прокариот (в связи с цитоплазматической мебраной); ii) опосредованных мембран-ассоциируемыми структурами эукариотического ядра (п.1 и п.2 в разработке).

Во-вторых, и в силу представлений о том, что за адекватный временной период эволюционирует не только геном, но и формирующие его механизмы, – а также в соответствии с представлениями самих в.н. авторов [23-25] о том, что предложенные ими механизмы относятся именно к раннеэволюционной эпохе, – только вероятный вариант

третьего механизма (вПОТ) рассматривается как связанный также и с современной эпохой.

Генетический код, не исключено, не всегда был современным УГК-кодом с характерными в.н. параметрами. Он мог не сразу стать триплетным, мог эволюционировать как в рамках единого кода, так и в процессе преобразований / слияния условно разных кодов, существующих одновременно, последовательно, взаимодействующих, конкурирующих (о чем косвенно свидетельствет сам факт его вырожденнсти), мог использовать не тривиальные способы поддержания стабильности и динамических преобразований. При этом число нуклеотидов в кодоне, а также нуклеотидный и аминокислотный состав биополимеров могли не всегда соответствовоать современным стандартным.

Описаны, например, следующие возможности:

а) исходного двухнуклеотидного кодирования (в конткесте физико-химических взаимодействий динуклеотидов с аминокислотой) [23, 24]; косвенно это подтверждается сохранившимися до настоящего времени одно- и динуклеотидными коферментами (NAD, FAD, др.), а также специфическими динуклеотидными предпочтениями у некоторых ферментов сплайсинга и у обычных / РНК-редактирующих цитидиндезаминаз при выборе ими узнающего и сайта-мишени (горячих точек) при РНК- и ДНК-модификациях [1, 2]. Однако, вряд ли в.н. физико-химическое взаимодействие при аминокислота / кодон спаривании, даже на ранних этапах эволюции, решалось исключительно в рамках принципа «все-или-ничего». Важную роль могли играть и дополнительные слабые взаимодействия. Особенно это проявляется при современном кодировании, когда между аминокислотой и кодоном мРНК существует мощная многокомпонентная (включая рРНК, тРНК, белковые факторы) рибосомная «прокладка» [209];

б) прежде всего двухнуклеотидного (т.н. «омонимического»), а также трех- и более чем трехнуклеотидного кодирования многомерного генома (в контексте чрезвычайной вырожденности кода, особенно митохондриального) в результате ряда причин: i) т.н. «вобблирования» третьего нуклеотида кодона и неканонического спаривания нуклеотидов кодона (мРНК) / антикодона (тРНК); ii) существования протяженного (более чем трехнуклеотидного) антикодона в А-сайте водно-жидкокристаллической рибосомы; а также: iii) позиционного эффекта (т.е. контекстно-дистантной ориентации и регуляции кодона); iv) избыточности транспортных РНК; функционирования вступающих в резонанс когерентных: v) волновых-ЭМ / квазиэлементарных частиц (*зд.*, в частности,

акустического фонона, вдоль фрактал-организованной последовательности коротких / длинных нуклеотидных структур ДНК, среди которых кодирующие обладали меньшей, а некодирующие даже бóльшей корреляцией дальнодействия и схожестью с естественными языками); vi) сигналов с пре-мРНК / мРНК-матриц; vii) выстраивания ассоциатов антикодонов Аа-тРНК (и т.д.) [63];

в) предпочтительность использования четырехнуклеотидных инициаторных кодонов, создаваемых редактированием РНК [207];

г) использования, например [2]:

- различной частоты встречаемости стандартных кодонов в генах / геномах ДНК-содержащих клеточных органелл;

- нескольких или множества неканонических, соответственно, аминокислот и нуклеотидов (среди модифицированных нуклеотидов более 3-х десятков принадлежат РНК, и не менее 6-ти различно метилированных форм – ДНК-структурам; нестандартные виды спаривания нуклеотидов характерны, прежде всего, для РНК-структур и укладки вторичных-четвертичных ДНК-структур в ядерном геноме);

- редактирования отдельных рибонуклеотидов во многих новосинтезированных клеточных / вирусных РНК-транскриптах, расположенных вблизи антикодона тРНК, – но не только (связано с необходимостью поддержания вПОТ-механизма генетического поиска, – и несмотря на ресурсозатратность этого процесса);

- различных видов сплайсинга, посттрансляционной модификации, нетриплетных транслокаций, сдвига / перекрывания рамок считывания (и др.);

- формирования стопок Аа-тРНК / тРНК, ассоциированных с мембранами Мт / Хп;

- одних и тех же биосинтетических путей аминоацилирования для некоторых родственных пар, соответственно, канонических и неканонических аминокислот: Глу / Глн, Асп / Асн и Селеноцистеин (Sec) / Сер (расширение генетического алфавита);

- преимуществ, связанных с присутствием в клетке: i) полуавтономных клеточных органелл с собственными репликативными и белоксинтезирующими аппаратами; ii) реально существующих в клетке специфичных рибозимных [212], ДНК-зимных и химерных РНК / ДНК-зимных, в том числе свет-индуцируемых, активностей, совместимых с концепциями РНК-мира, ДНК-мира и мира Белков; iii) кроме того, вПОТ-механизм, оперирущий белковыми эпитопами и сформированными из них нуклеиновыми эквивалентами (олиго-НЭ), относящимися к разным ДНК-содержащим клеточным органеллам одной клетки (1), разным

клеткам одного организма (2) или разным организмам (3), потенциально способен участвовать в динамических преобразованиях геномов и, таким образом, в выполнении роли межгеномного или межкодового ретранслятора [2];

- порядок появления триплетных кодонов зависел, скорее всего, от степени окисленности / восстановленности атмосферы, когда они формировались сначала на основе аденинов (А), затем аденинов и гуанинов (А, Г), трех (А, Г, Ц) и четырех (А, Г, Ц, У/Т) нуклеотидов [208]; вначале это могло касаться, однако, не двунитевой ДНК, т.к. пара А=Т могла появиться уже после пары Г≡Ц;

- и т.д. [2].

В соответствии с материалом, накопленным в теории квазикристаллических структур вакуума, структура вещества (и, отчасти, генетического кода, принадлежащего биообъектной его части) характеризуется набором определенных базовых структур, принципов и безразмерных кристаллографических величин.

Среди базовых структур доминирует фуллерен C_{60}, с геометрической конфигурацией которого связывают систему построения фрактально повторяющихся ГРОД-оболочек элементарных частиц (тяжелее электронов) и ядер атомов, – из виртуальных частиц с пентагональной симметрией и на основе структур с кратным 60 числом гронов. Это касается 2-х их групп в 20 и 40 частиц, – или в 21 и 41 частицу с участием протона, – разделенных, в частности, между кварками с элементарными зарядами обоих знаков, соответственно, в |1/3| и |2/3|, и коллективно вращающихся вокруг взаимно перпендикулярных осей с разными скоростями. На макроуровне фуллерен-эффект находит продолжение у некоторых: вирусов, имеющих оболочку из 60 молекул; панцирных структур; фотографических объектов; а также проявляется в построении: доменов воды, «пустотных» структур т.н. «темной материи»; и др. Ближайшими фрактал-организованными аналогами C_{60} являются фуллерены C_{120}, C_{180}, C_{240}, (…). Однако кроме базовых, дополнительно существуют и фуллерены с меньшей симметрией (C_{32}, C_{44}, C_{70}, C_{80}, C_{550}, др.), вследствие чего в алгоритм расчета масс многих элементов / частиц включают число гронов, не кратное 60 (принцип данной кратности расщепляется), – что указывает на расширительные возможности построения более сложно организованных атомно-молекулярных образований на основе исходно усложненных вакуумных (квази)кристаллических структур [203].

Среди в.н. принципов наиболее часто упоминается «принцип 1/3» потенциальной «суперсимметричности» взаимодействий частиц, работающий, одновременно, в

отношении: виртуальных оболочек частиц с заряженными кварками (и преобразованиями взаимодействий типа электромагнитные → сильные-ядерные); безкварковых тяжелых лептонов (гравитационные → слабые-ядерные взаимодействия), – и согласующийся также с формально триплетной природой генетического кода. Еще один универсально проявляющийся на всех уровнях организации материи принцип, – т.н. правило «золотого сечения» (см. выше).

Численные значения безразмерных фундаментальных величин (касается, например, константы слабого взаимодействия 1/137 в электромагнетизме; гравитационной постоянной; др.), и начиная с уровня элементарных частиц, ассоциированы с упорядоченными фрактал-организованными структурами вещества на всех его уровнях и процессами организации / самоорганизации в кристаллических, жидко-кристаллических, квазикристаллических, элементарных кристаллографических ячейках и структурах «живого вещества» (в рамках реального геометрического пространства). В последнем случае, система совпадающих структурных характеристик (кристаллографических межатомных / межплоскостных, целочисленных / дробно-квантованных расстояний, кратных, в частности, 1/3; и др.) и безразмерных пропорций между членами степенного ряда «золотого сечения» может объяснять целый ряд реально существующих параметров: например, языка генетического кода, строения клеточного жгутика, митотического веретена, процессы симбиотического генезиса эукариот, формирования пищевых цепей и первичных биоценозов, и т.д. [203].

Но надо иметь ввиду, что безразмерные фундаментальные величины, гипотетические универсальные постоянные {элементарные / фундаментальные длины: например, комптоновская длина волны электрона (ЭМВ), π-мезона и нуклона (сильное взаимодействие), а также фермиевская константа слабого и планковсккая константа гравитационного взаимодействия}, ассоциированные с в.н. принципами, оказываются абсолютными или почти абсолютными константами и параметрами, а не в.н. «моментальным снимком» конкретной пространственно-временной ситуации, только в рамках определенного масштабирования, при котором не происходит выход за пределы фундаментальных физических представлений / картины (теории относительности, стандартной квантовой теории, принципа причинности). Гарантий такому сценарию не приписывают, по крайней мере, в отношении гравитационного взаимодействия [214]. Видимо в этой плоскости лежит возможный переход от квазистатической к динамической теории квазикристаллической структуры вакуума.

Комплементарность в уотсон-криковских парах нуклеотидов с двойными (А=Т) и тройными (Г≡Ц) водородными связями важна, прежде всего, для консервативного сохранения ДНК-наследственности. Но специфика как генетического метаболизма экспрессирующихся митотических и мейотических ДНК, так и в.н. консервативного сохранения сопряжена, также, и с функционированием / взаимодействием многочисленных частично комплементарных хугстиновских (включая G-квадруплексные структуры) пар нуклеотидов. Необходимо иметь ввиду, что генетический метаболизм согласован не только с (био)химическими и физико-химическими, но и (био)физическими взаимодействиями всех компонент генома (аминокислотными / белковыми; стандартными / нестандартными нуклеотидами в последовательностях; низкомолекулярными; ионными; и т.д.). Тогда роль и соотношение каждого из хугстиновских взаимодействий друг с другом и с уотсон-криковскимм парами в ДНК / РНК - генетическом метаболизме (при экспрессии генов / генома; укладке вторичных-третичных-четвертичных структур ДНК генома [208]; др.) может претерпевать некую разномасштабную временную динамику. Тем более, что импульсно / периодически случающаяся на уровне элементарных частиц, атомов и молекул когеренизация (био)физических процессов может вносить дополнительный вклад в динамику / направленность итоговых (био)химических, молекулярно-генетических, метаболических (и др.) событий. Таким образом, суммируя сказанное выше, можно допустить, что преобразования генетического кода возможны как в рамках единого кода (где УГК – только его часть, установленная для всех биологических видов в текущий пространственно-временной период), так и в рамках каждой из стыкующихся друг с другом стадий его подстройки к общефизической картине мира, – начиная с уровня представленности / соотношения разных элементарных частиц.

И последнее. Подобно процессу биоминерализации, зависимому от наличия / состава органической матрицы в соответствующих органах (например, кости) организмов [203], современные биосинтезы белков и нуклеиновых кислот с участием соответствующих клеточных аппаратов, и по отношению к мембран-зависимому вПОТ-механизму, также, вероятно, могут оказаться процессами вторичными. Предковый же вПОТ-механизм, однако и не исключено, – и как и в случае синтеза раннеэволюционных белковых и нуклеиновых структур, т.е. до формирования современного варианта гипотетического вПОТ-механизма в мембранных структурах митохондрий / хлоропластов, – также мог начинать функционировать в связи с ативностью, ассоциированной с кристаллическими / квазикристаллическими структурами минералов. Отсюда следует, что многие более

поздно появившиеся клеточные мембранные структуры, по-видимому, могли оказаться категорией адекватной замены многим же эволюционно более рано сформированным (квази)кристаллическим структурам в матрично-зависимых обратимых процессах. Кроме того, – и подобно вПОТ-механизму, гипотетическое описание которого, связанное с этапом формирования генетического кода, сразу же это обнажило, – все перечисленные выше многокомпонентные аппараты синтеза макромолекул могут:

а) вступать во взаимодействия не только (био)химические / молекулярно-биологические, но и (био)физические и чисто физические (с участием элементарных частиц: электронов, фотонов, квазиэлементарных частиц, и т.д., – и на фоне различных по́левых компонент; образно выражаясь, можно предположить, что на стадии восприятия фотосинтезирующими организмами ЭЛП (фотонов, др., – через хлоропласты / тилакоиды и, вторично, через митохондрии), а также при ассимиляции высокоэнергетических частиц нефотосинтезирующими организмами (через митохондрии) «вся физика Космоса», или, по крайней мере, более чем значительная ее часть, «врывается в генетический код»);

б) быть включенными в последовательный ряд множеств фрактал-организованных процессов на микро- и макроуровнях, – от участия динамически формируемых наборов фотонов и других элементарных частиц, – и до повторяющихся структур в последовательностях генов / геномов и в разных надмолекулярных и комплексных образованиях биоструктур)}}.

Еще раз про химические элементы

В соответствии с выше сказанным (относительно генетического кода), именно с 21-го объекта (элемента скандия, Sc) начинает сказываться наличие четвертого квантового числа, когда заполняются побочные подгруппы периодической таблицы Менделеева, большинство элементов которой в клетке присутствуют и, совместно с атомными структурами (био)(макро)молекул, могут опосредовать в.н. эффекты. При этом классическая 8-элементная периодичность таблицы соответствует комбинаторике заполнения пространства четырехмерными ромбоэдрами (с 8-ю трехмерными гранями, 24-мя сторонами, 16-ю вершинами и 32-мя ребрами). Тогда симметрия квазикристалла (вещества), чисто формально, оказывается своеобразным геометрическим эквивалентом принципа Паули (для фермионов). Однако, различные способы проектирования разномерного квантового пространства могут вызывать появление квазиструктур, точки

которых могут быть как бозонами, так и фермионами. Сфера действия таких структур у любых распознаваемых объектов реализуется одновременно универсально и информационно-комбинаторно. Это означает, что в абстрактном признаковом пространстве наблюдается соответствие с правилом заполнения согласно принципу «золотого сечения». При этом реализуется довольно широкий спектр сопряженных пропорций. А соотношение параметров / длин объемных диагоналей элементарных ромбоэдров некоторых из в.н. признаков характеризуется константой (1,618…) этого принципа. В разномерном пространстве вакуума в.н. частицы могут существовать в качестве суперсимметричных частиц. Более подробно с данным материалом можно ознакомиться в монографии [203].

Кратко резюмируем некоторые основные положения теории квазикристаллических структур вакуума

Таким образом, можно считать, что детерминирующая роль квазикристаллической структуры вакуума, для которого не действует понятие материальной точки, может вести, во-первых, к формированию симметрийных структур в строении и организации / самоорганизации кристаллических, жидко-кристаллических и квазикристаллических структур вещества (косной и живой материи) на микро- и макроуровнях. Перечисленное, во-вторых, вынуждает рассматривать не только реальные, но и возможные реально-виртуальные структурированные компоненты частиц с разными квантовыми свойствами и чередующимися / пульсирующими состояниями, а также аналогичные структуры оболочек не только частиц, но и ядер / атомов / молекул, и т.д. (в области макроскопических объектов). Такие структуры, но не сами химические реакции, не исключено, способны выступать в роли характерных резонаторов, настроенных на определенные волновые параметры, т.е. инициацию процессов квантовой гравитации (гравитационной интерференции), и возможно, связаны с голографическими эффектами не-ЭМ природы, – за счет, в том числе, предполагаемой переменной составляющей гравитационного поля. В свою очередь, активация локально действующих межатомных и межмолекулярных сил электромагнитной природы требует привлечения сторонних сил иной / нехимической природы, носителями которых, вполне вероятно, могут быть фрактал-организованные структуры физического вакуума [203].

Это создает новые представления о (попунктно):

1) геометрии пространства (начиная с уровня элементарных частиц, – в частности, о различии в движении по круговым и эллиптическим орбитам); касается также феномена биологической асимметрии правых / левых структур (и с учетом направления вращения плоскости поляризации света при динамическом эффекте поляризации);

2) природе физических, химических и биологических взаимодействий;

3) соотношении известных постоянных и только изучаемых неизвестных переменных гравитационных полей с вихревой конфигурацией, природа генерации которых, и в режиме «гравитационных усилителей», может быть связана с взаимодействиями безмассовых виртуальных частиц / оболочек;

4) природе различных силовых, в том числе, суперсимметричных, взаимодействий;

5) природе возникновения массы у частиц (включая фермионы и бозоны), атомов, молекул; при этом, в частности, эффективные массы частиц свободных и встроенных в различного состава молекул вещества могут не совпадать и различаться в оба направления (*зд*. это, например, касается свободных и электронов проводимости в полупроводниках, – что важно, в частности, для понимания эффектов дырочной проводимости);

6) двойственной природе инерциальных сил, и т.д.;

7) возможности: а) поддержания энергетически выгодных / безэнтропийных процессов мышления и принятия абстрактно-логических / независимых от температуры решений в диапазоне 35-41 ºС: б) выхода на т.н. «сверхвозможности» мозга (по Н.П. Бехтеревой);

8) эффектах право-левой симметрии, структурной роли пропорции «золотого сечения», и т.д. [203].

В соответствии с концепцией квазикристалличности вакуума детерминированная направленность эволюционных, и, в частности, процессов формирования генетического кода (номогенез), начинаться может уже с уровня индивидуальных / наборов элементарных частиц, состояние каждой из которых подвержено чередованию за счет реальной и реально-виртуальной их компонент. Такое чередование состояний (что видно уже на примере протона), и в свою очередь, может сопровождаться:

(1) увеличением периода между колебаниями;

(2) увеличением длительности пребывания в одном из чередующихся фазовых состояний, – что применимо, по-видимому и в определенной степени, также и к живым организмам и некоторым сложным системам в эффектах перманентного упорядоченного туннелирования частиц на большие расстояния (и подобно таковому в сверхпроводниках

при сверхнизких температурах). При обычных температурах также, не исключено, возможны чередование-опосредованные элементы фазовой когерентности в кристаллах полупроводников (включая этап максимальной силы тока при минимальном сопротивлении) и живых организмах (хотя в настоящее время приборов прямого контроля в.н. фазовой когерентности не создано). Во всем объеме живого организма, вероятно, существует сложная система фазовой упорядоченности чередования состояний квантовых частиц. Это происходит на фоне сохранения химического состава вещества (фермионов) и одинакого касается как ЭМ, так и гравитационных взаимодействий (бозонов). Упорядоченность молекулярного туннелирования в определенных участках замкнутых биоэлектрических цепей также предполагает возможность присутствия здесь биологического аналога ЭДС, – за счет сторонних сил не-ЭМ природы, и против сил ЭМ-природы;

(3) взаимоизменением пропорций интенсивностей разных, иногда взаимно превращающихся, видов взаимодействий [203].

Продолжение такого процесса возможно далее уже в виде фрактал-подобных образований. Это относится к большинству простых и всем составным элементарным частицам (включая их базовые керны, а также единичные или конгломераты единичных фрактал-подобных виртуальных оболочек), таких же структур состоящих из них атомов (в обоих случаях, в частности, – виртуальных фуллерен-C_{60}-подобных оболочек частиц или ядер атомов), молекул (включая домены воды, повторяющиеся последовательности в составе генов / генома, др.), наборов / комплексов из молекул (в частности, оболочек вирусов; кератиновых пластин и состоящих из глобул фибрилл, соответственно, гигантской ископаемой черепахи и волоса человека); и т.д. (включая, по крайней мере, клеточный, межклеточный, ткане-органный и организменный макроуровни). В итоге, в живых организмах доминируют криволинейные контуры и кристаллы на основе сложно и редко повторяемых фрактальных структур со специфическими дислокациями и дефектами, схожими с самоорганизующимися жидкокристаллическими безразрывными конфокальными текстурами объектов упрощенной или усложненной структуры.

Организация и масса химических элементов согласуются с составом входящих в них реальных элементарных частиц и виртуальных частиц / оболочек. Так, например, масса керна урана ($1836{,}9m_e$) почти совпадает с полной массой протона ($1836m_e$), превышение которой в известных природных процессах не наблюдается. Аналогичен и случай формирования элементарных частиц: возрастание массы керна частицы с полной

массы протона до таковой у нейтрона имеется, например, у характеризуемого «отрицательной массой» и фрактально организованной виртуальной оболочкой нейтрального векторного бозона. На уране-238, с его ~1000 гронами, заканчивается «природная» часть элементов таблицы Менделеева (наступает т.н. предел ансамбля частиц), организованных по геометрическим законам кластерной системы. В химии же ~1000-ю атомами формируются гомогенные кластеры, а с превышением этого числа, – гетерогенные системы микрокристаллов, кластеров и фрагментов с хаотичной аморфной структурой. Резонансные процессы могут управлять или управляться при формировании переносчиков слабого ядерного взаимодействия, – нейтрального и заряженного векторных бозонов. Разность масс последних, в свою очередь, почти полностью соответствует массе уникального ^{12}C. Углерод – единственный химический элемент, образующий химические структуры типа фуллеренов (фундаментальных базовых структур квазикристаллического вакуума), сводимых к соединениям двух основных типов: кристаллическим решеткам чистого углерода в конфигурации алмаза или графита. Одновременно он может являться специфическим фрактал / ГРОД - организованным вариантом таких элементов, как свинец и серебро. ^{208}Pb характеризуется таким геометрическим взаимоподобием внутриатомных структур, которое, возможно, обеспечивает последующее проникающее сквозь кожу токсичное и гомеопатически-подобное действие. А ГРОД усредненного изотопа (^{108}Ag) и атомные объемы серебра и углерода различаются кратно, – ровно в три раза (в парах: ГРОД, – 624 и 208 гронов; в относительных единицах объема, – 10,27 и 3,42). При этом в тандеме углерод-серебро, эксплуатируемом, в частности, при фотографировании, возможен изоэнергетический обмен виртуальными частицами. Совокупность химических элементов в составе органических соединений, включая надмолекулярные комплексы живых организмов, вероятно, могут создавать огромное множество геометрически взаимоподобных «слепков» квазикристаллических вакуумных структур типа природных аналоговых устройств [203].

Последние обеспечивают, в частности, фундаментальное свойство комплементраности (т.н. эпитаксиального взаимосоответствия) между множеством различных биополимерных структур при разных же (био)химических процессах. В свою очередь, нарушение эпитаксии может быть вызвано характерными сильными изменениями в электронографических характеристиках объекта исследования (в частности, межплоскостных расстояний между пластинами кристалла). Так, при патологии, в частности, костной ткани (при саркоме), это ведет к потере

кристаллографического соответствия, – т.е. хаотизации в расположении гексагональных кристаллов полисахарид-содержащих пластин, дискорреляции в механизмах клеточной адгезии с участием кальция и ограничениям в контроле процессов пролиферации.

Можно предположить, что на некоторой стадии частицы, и в соответствии с симметрией («Великого объединения») между силами близкого и неограниченного радиуса действия, переходят в геометрически инверсное состояние и превращаются в собственную дифракционную картину. При этом ЭМ и силы гравитационного взаимодействия, радиус действия которых не ограничен, могут трансформироваться во взаимодействия с малым радиусом действия, – соответственно, в слабые ядерные взаимодействия (и «вхождением» в электрослабые взаимодействия) и сильные ядерные взаимодействия. Это позволяет в персперктиве ожидать прояснения вопроса о гипотетически реальной возможности ограниченного протекания ядерных реакций в режиме т.н. «холодного» варианта (в частности, при эффекте туннелирования накачанного энергией протона).

К компонентам процесса биоминерализации (иногда обратимого среди разных ее видов) относят образование зародышевой минеральной кальцит-организованной структуры на основе минеральной решетки, характеризующейся системой совпадающих и взаимосогласованных пропорций, сопрягаемых с параметрами поверхностных матричных структур (конфокальных текстур, обладающих спиральной симметрией) и пропорцией «золотого сечения». Это происходит внутри фибриллярных белковых структур органической матрицы различных тканей на основе коллагена, подобных белков (включая сходные с кальмодулином низкомолекулярные белки), а также в присутствии стопок полисахаридов / фосфолипидов, «прошитых» в.н. фибриллами, формирующими элементарные минеральные кристаллиты и минеральные поликристаллы. Фрактал-организованный процесс биоминерализации является частью морфогенеза любых организмов (прокариот / эукариот) и характеризуется специфичностью своих геометрических микро- / макроструктур и универсальным сопряжением их функцирования с биополимерами на основе жидкокристаллических образований [203]. Остальные вопросы, и в контексте гипотетического вПОТ- и сопутствующих ему механизмов (ВНП-передачи, функционировнаия ГЧОС-системы), обсуждались по ходу текста данного подраздела.

Некоторые особые свойства воды

К таким свойствам относятся, что неоднократно показано разными учеными (включая Г.Линга, Б.Йонга, др.), − в разных странах, и за период в несколько десятилетий, − способность воды (вещества, по В.И. Вернадскому, биокосного [105]) самопроизвольно, а не только при искусственном наведении разности потенциалов, формировать и накапливать структурированные участки / (молекулы), содержащие растворенные в ней вещества (например, аравийскую камедь, желатин, и т.д.) и сохранять / освобождать значительные количества заряда / энергии (носителями которых могут быть не только протоны / электроны, но и фотоны) [100]. Известны высказывания А.Сент-Дьёрди: 1) «жизнь, – это когда вода “танцует” под дудку твердых тел» (усиливающих проводимость чистой воды); 2) «биология забыла о воде или совсем о ней не думает» [100-102]. В результате слияния в.н. вещества конденсируются в организованные сложносоставные состояния и энергетически разнородные области, – предпочтительно в двух разнозаряженных фазовых областях воды со значительно различающимися значениями pH-градиента двух противоположно заряженных полюсов. Тем не менее, сохраняющимися во времени источниками значительной части заряда с меньшим pH-градиентом, и независимо от площади поверхности загрузочных / разгрузочных пластинчатых электродов, остаются также и другие протяженные области (включая центральную и расположенные между полюсами). В специальном эксперименте разделенные заряды сохранялись в самой воде, а не только на поверхности электродов, т.к. разность потенциалов между полукамерами системы (см. далее), хотя она и падала, оставалась значительной и регистрировалась и после удаления зарядных электродов и замены их новыми. Кроме того, после удаления / внесения электродов повторное формирование целостных заряд-содержащих структурированных областей воды оказывалось более легким (феномен недоизучен). Это, по-видимому, связано с коррелятивным pH-градиент / заряд-градиент соотношением в локальных участках, а не в суммарном объеме раствора / жидкости, в котором выполняется «закон электронейтральности» [100-102].

Эти процессы, вероятно, происходили и ранее (в период зарождения жизни) и происходят в настоящее время, – соответственно, и / или параллельно, в условиях ассимиляции поступающей извне лучистой энергии различных диапазонов. К последним относятся: 1) ИК-излучение геотермальных источников (причем известно, что толщина

слоя пограничной воды, при освещении ИК-фотонами, существенно возрастает, вода становится более поляризованной и более сильным донором электронов; в ИК-диапазоне рассеивается часть энергии протекающих здесь химических реакций); 2) а также, по крайней мере, УФ- и видимая части спектра Солнца. Заметим, что возможность в.н. способа конденсации материи (коллоидов, гелеобразных структур) позволяет выдвигать воду, подверженную межфазным преобразованиям и являющуюся субстратом разделения зарядов (с последующим течением тока), в качестве не случайного, а одного из центральных / главных действующих начал процесса возникновения и поддержания жизненно важных процессов (включая формирование гелей и коацерватов, а также содержимого клеток / организмов, подверженных, соответственно, процессам химического и биологического отбора) [100-102].

Две фазы воды

Две фазы воды имеют границы раздела вокруг гидрофильных поверхностей и обладают особыми свойствами притяжения / отталкивания растворенных в ней веществ. Первая, ближайшая к катоду, – менее подвижная, обычно отрицательно заряженная и фиксируемая в пространстве т.н. зона исключения (ЗИ; ZE, zone exclusion); вторая, – предпочтительно положительно заряженная основная масса т.н. объемной воды, где значение pH по мере приближения к аноду нарастает постепенно (но особенно быстро в течение первых нескольких минут) и достигает значений ниже 3 единиц. Эти свойства, хотя и в разной степени, сохранялись в модельных экспериментах с дистиллированной водой и 10 мМ раствором NaCl при отсутствии, подведении и снятии электрического потенциала в растворе на протяжении десятков минут (в обоих растворах напряжение постоянного тока составляло 4V). Суммарный заряд жидкости оставался нулевым. Разность потенциалов между зонами высокого pH и низкого pH четко устанавливалась в присутствии чувствительного красителя в течение 10 минут, – и измерялась с помощью поляризованных электродов. Последние размещались: а) в каждой из соответствующих полукамер, соединенных через резистор, регистрирующий стабильно сохраняющийся электрический ток в 100-200 мВ, величина которого зависела от материала конкретной гидрофильной поверхности; б) в почти равновесных условиях и с участием ионов OH^-, H^+, гидроксония H_3O^+ и, возможно, более масштабно заряженных кластеров [100-102].

Дистиллированная вода находится практически в некогерентном состоянии, т.к. ее структуры, немногочисленные когерентные домены:

1) не взаимодействуют друг с другом;

2) прочно удерживают электроны;

3) имеют характерную, отличную от свечения других типов воды картину излучения в условиях газоразрядного процесса при наведении импульсного ЭМП;

4) не способны выступать в роли чувствительного приемника внешних сигналов или генератора существеннного отклика.

Кирлианограммы и информативные / шумовые сигналы в различных типах воды

В этих условиях формировались как стационарная (1), так и флуктуационная (2) зоны свечения. Первая обусловловлена, прежде всего, геометрической формой объекта, – что отражено в формировании внутренней области свечения и контуров ее границы, которые, фактически, выполняют роль точек «начала отсчета» для распространения разрядов по поверхности. Вторая является параметром высокочастотных составляющих стохастической природы, обусловленной как геометрией поверхности, так и координатами отдельно формирующихся нерегулярных разрядов (т.н. стримеров короны свечения) на кирлианограммах, в которых заключены данные о специфических и информационно значимых корреляционных взаимосвязях каждого конкретно исследуемого жидкофазного объекта.

Эти нерегулярные разряды часто отождествлялись с «шумами» на фоне низкочастотных детерминированных составляющих. От подобных шумов обычно избавляются с помощью аппаратно-программных методов фильтрации, ориентированных на цифровую обработку изображений газоразрядного излучения в отношении процессов, физика которых связана с реализацией различных модификаций методов измерений, использующих кирлиан-эффект (см. ниже). В частности, существуют условия, при которых полученные стохастические высокочастотные компоненты изображения газоразрядного излучения (*зд.*, – путем фиксации разряда на рентгеновской пленке в моноимпульсном режиме) можно трактовать в качестве гарантированно возникающих в связи с физико-химическими / техническими эффектами эксперимента, – и не зависящими от особенностей регистрирующей аппаратуры. Часто именно «шумовая» составляющая несет в себе важную информационную нагрузку и не должна исключаться из обработки и

рассмотрения. Если высокочастотная компонента связана с наличием шумов в самой регистрирующей аппаратуре, – она не рассматривается в качестве информативного параметра, подвергаемого отдельному анализу. Тем не менее, не редко итоговая картина газоразрядного излучения представляет собой чрезвычайно сложную картину суперпозиции разного рода шумов, которые вряд ли можно использовать для извлечения полезной информации [105]. Здесь можно заметить, что при различного рода тонких или стандартных исследованиях ситуация, предположительно, может усугубляться еще и бесконтактным влиянием «оператора», – т.е. самого экспериментатора в процессе эксперимента, например, с животными, клеточными культурами и другими объеками. При этом, возможно, происходит конкурентное внесение своеобразного варианта «принципа неопределенности» в отношениии также актуального, но другого, стандартного принципа, – «принципа независимости результатов эксперимента от присутствия / сознания экспериментатора». Эффект (*зд*. т.н. гносеологического парадокса психофизических исследований), не исключено, может быть усилен с помощью специального оборудования для переноса связи от оператора к объекту воздействия, и от совместно сформированного прибором и оператором фантома, – к тому же объекту [177].

Параметризацию шумовых составляющих картины свечения (*зд*. когерентной воды) осуществляют с помощью подхода, основанного на извлечении информации из сложных сигналов при применении т.н. фликкер-шумовой спектроскопии (ФШС), выделении параметров на базе автокорреляционных функций, а также учете «резонансных» вкладов и «релаксационных» процедур. Фиксация образца воды производилась в зоне контакта с фотоматериалом структуры газоразрядного свечения в ЭМП. Далее регистрировались хаотические излучения (в ИК, УФ и оптическом диапазонах), которые относят к фликкер-шумам, характерным для живых систем при оценке их состояния на квантово-механическом уровне. Хаотический рельеф изображения проявлялся в виде всплесков и скачков яркости изображения. ФШС апробирован при параметризации текстуры сложных поверхностей разной природы, когда возможен анализ как детерминированной регулярной составляющей, так и нерегулярно-хаотической компоненты. Объектом ФШС-исследований может быть анализ сразу ряда характерных параметров (включая «паспортные»), таких как динамические временные ряды, изображения поверхностных структур и «узоров» (в том числе с фрактальной размерностью), сформированных за период и под воздействием сложных эволюционных процессов (включая кристаллизацию, разрушение, химические реакции). При этом

возможно придание информационной значимости корреляционным взаимосвязям между нерегулярными сигналами и изображениями излучения в виде всплесков яркости, изломов, скачков / контуров фигур, и т.п. Усиление степени когерентности воды, в основном, оценивали по увеличению параметров максимального значения пространственных частот и среднего значения амплитуд спектра мощности. Хотя для нестационарных и высоко динамичных сложных открытых систем, к которым можно отнести жидкость, непросто подобрать математический аппарат, который бы позволил выполнить анализ экспериментальных данных, сопряженный: а) с наличием большого количества неинформативных параметров; б) с неопределенностью в измерениях, базирующихся на анализе сигналов, генерируемых реальными открытыми системами [105].

В отличие от дистиллированной и водопроводной воды, существуют и другие ее типы, имеющие определенно большие степень когерентности и сложность разветвления своих мозаично-графических изображений свечения. Это касается, в частности, исследованных разных типов природной и, не редко, монастырской воды, – и показано в эксперименте при действии внешнего импульсного электромагнитного поля. При этом образцы исследуемого жидкофазного вещества (*зд*., в частности, дистиллированной воды): а) формировали слабую по интенсивности и малую по геометрическим размерам корону свечения (см. ниже); б) выступали в качестве источника излучения, мощность которого усиливалась благодаря наведению внешнего поля. Для дистиллированной воды относительное величина фрактальной размерности принимала минимальное значение, в то время как аналогичные значения у остальных типов вод обнаруживали рост данного количественного показателя, достигающего максимального значения у образцов из монастырских источников. Водопроводная вода, содержащая разные примеси, имеет неоднородный, более темный, с зернистыми включениями внутренний круг свечения по сравнению с более светлой / светящейся природно-монастырской водой (визуализировано по площади засветки). В целом, оценено / показано, что энергия излучения водопроводной и дистиллированной воды значительно меньше таковой у воды природных типов или монастырских источников [105].

Отступление 7. Устойчиво неравновесные состояния

Речь, все-же, идет о превалирующих (но пока недооцененных) и описанных Э.С.Бауэром устойчиво неравновесных условиях протекания биохимических и метаболических процессов в клетке и организме [102]. Эти условия связаны с собственной активностью под действием собственных же структурных сил, – в том числе, и прежде всего, формируемых диполь-организованной водой на возможном ее структурно-организационном подъеме / максимуме. Структурная упорядоченность воды отражается на ее энергетике. При этом биологическая роль воды проясняется в совокупности с её физическими свойствами, такими как структурная фрактальность, диссимметрия, охарактеризованными с использованием известных методов и результатов классического кирлианографического исследования воды (и с применением фотоматериала). Последнее оценивалось с позиций квантовой физики, с учетом фазовых переходов, структурных особенностей, когерентности воды, и др. [102, 104, 105]. Свойства воды обобщены, например, в работах Д.Поллака [100, 101, 103], ссылающегося на десятки исследований других авторов, показавших различие свойств приграничной, смачивающей гидрофильную поверхность структурированной воды (т.е. донорной области потенциально свободных электронов, перехватываемых, однако, и не редко, кислородом), – и т.н. объемной, почти «обычной» воды, куда протоны вытесняются из в.н. приповерхностного слоя.

Между пограничной и объемной водой образуется разность потенциалов порядка 0,15 Вт (достаточная для протекания здесь электрического тока) и конденсатор-подобная область. В самой воде, например тела медузы, составляющей ~99,9% ее массы, главной структурной составляющей, в частности, являются молекулы углеводов (полисахаридов), а даже не белков. Фазовые состояния, структурированность, реакционная способность клеточной (т.н. «живой») и внеклеточной / обычной воды, – не одинаковые. Внутри клетки такое же различие существует между водой прилегающей к клеточным структурам / органеллам (прежде всего их мембранам), – и водой, распределенной в цитоплазме. Причем оба вида динамически перемещающейся воды способны «проделывать работу» периодической смены своих состояния / статуса на противоположный [102].

Молекулы кислорода (воды) участвуют в окислительно-восстановительных реакциях (ОВР). Поступая извне, они могут окислять субстрат, – т.е. отдавать электроны, прежде всего, пищевым компонентам (и это основная форма O_2-диссимиляции у живых организмов). При этом богатые энергией вещества (углеводы, жиры, др.) окисляются до

CO_2 и H_2O. С другой стороны, взаимодействуя с протонами / электронами того же субстрата, O_2 может восстанавливаться до воды (идентично процессу горения, происходящему с высоким энергетическим выходом и выделением квантов видимого и УФ, но не ИК-света, характерного для тления). Таким образом, и кислород (экзогенный и сгенерированный системой, предположительно, в ограниченных количествах), и вода (структурированная и объемная), проявляя свойства то донора-источника, то акцептора-потребителя электронов, при определенных условиях могут быть как конкурирующими (по принципу или / или), так и взаимодействующими системами (по принципу и / и). Последние, вероятно, являются переключателями различных типов окислительно-восстановительных реакций (ОВР) и энергетических состояний взаимодействующих компонент сложной системы, содержащей разного происхождения воду / кислород и протоны / электроны. Более того, (1) конкурировать также могут циркулирующие перечисленные компоненты, имеющие происхождение как химической, так и биохимической (ферментативной) природы; (2) а часть освободившейся при восстановлении кислорода энергии может быть использована для возбуждения, например, присутствующих газообразных CO_2 и N_2, способствующих запуску цепных реакций с образованием все более сложных органических молекул и их полимеров. Далее в воде возникают новые гидрофильные поверхности (ансамбли полимеров), эффективно превращающие обычную воду в неравновесно-пограничную (потенциальный объем структурной энергии и выполняемой ею работы возрастают). Вслед за структуризацией следует регулярно-ответное увеличение энтропии, расходуется собственная свободная энергия (*зд*. структурная энергия пограничной воды), – некий биофизический потенциал живой субстанции, несводимый к какому-либо одному известному из физики «неживого» физическому или химическому потенциалу. Водная система, включая обе ее фазы, открыта для в.н. веществ (и др.) и внешних импульсов (даже небольших), запускающих химические процессы. Это означает, в контексте работ Бауэра, что соблюдаются названные им принципы теоретической биологии (поддержания «устойчивого неравновесия», «работы системных сил» и «увеличения внешней работы») [102].

Кроме того, и в соответствии с принципом устойчивого неравновесия, развитие живой системы имеет предел (точку роста), после которого начинается старение. Далее, однако, может сработать т.н. «основной процесс» (предложено в.н. автором), предполагающий возможность «существенного продления индивидуальной жизни при сохранении высокой жизненной активности, когда на каждом этапе своего развития каждая индивидуальная

живая система имеет возможность многократно “омолаживаться” и вновь вступать в фазу развития, – причем стартовые условия для нового этапа могут быть лучше, чем для предыдущего». Геронтология же, по сути, имеет дело лишь с разного рода следствиями, вытекающими из этой теории. Обосновывается, что большинство проявлений жизнедеятельности (обмен веществ, размножение, возбудимость, раздражимость, др.), за исключением принципа устойчивого неравновесия, являются факультативными признаками [102]. Представления Э.С.Бауэра об устойчиво неравновесном / возбужденном состоянии хорошо согласуются с представлениями А.Гурвича о митогенетическом излучении живых организмов. Одновременно, открытые биосистемы включают свою способность к «принудительной» самоорганизации под влиянием внейшней среды (*зд*. согласно И.Р.Пригожину). {см. доклад Воейкова В.Л. «Вода – первооснова живого состояния и витальных функций» [102]}.

Взаимодействие с электродами

Изучение различных типов воды показало, что вокруг электродов, и на границе раздела зон, формируется двойной электрический слой. В период после отключения электропитания типичные кривые тока обнаруживали три фазы: 1) быстрого первоначального убывания; 2) продолжающегося восстановительного роста; 3) и устойчивого сохранения. Чистая вода и в.н. раствор NaCl показали качественно сходную картину: хотя абсолютные значения величины заряда увеличивались примерно в три раза в присутствии соли, их межполюсное соотношение, исходя из значений pH-градиентов, оставалось примерно одинаковым. Для воды величина тока была ниже, а переходы между фазами менее очевидными. Зависимость тока от времени, и при применении нестандартного окна входного напряжения, оказывалась нелинейной: ток снижался до нуля и не восстанавливался при напряжении ниже 1,5-2,0 В. Наоборот, при начальном напряжении, большем чем 2,5-4,0 В, кривая значений тока смещалась вверх, а ее минимум вправо. Наиболее эффективным условиям, т.е. локально достигаемому максимуму извлечения заряда (на ~70% и более), отвечали определенные параметры времени зарядки электродов (1 секунда), напряжения зарядки (2,5 В) и нагрузочного сопротивления (0,75 кОм).

Отступление 8. Кластеризация в атмосферных парах воды.

По аналогии заметим, во-первых, что последовательный перенос потенциала в случае формирования грозовых разрядов молнии в земной атмосфере в ~80% случаев происходит между соседними облаками, представляющими собой обширно заряженные области воды в когерентном состоянии. Заряд здесь почти полностью связан со свободными носителями, – экстрагированными из когерентных доменов воды электронами, ассоциированными, в частности, с ОВР (и при других физико-химических процессах) в клетках / тканях живых организмов. При исследовании свойств жидкофазных объектов можно наблюдать газоразрядный процесс (кирлиан-эффект), подобный в.н. разряду молнии в атмосфере [100, 101, 105].

Во-вторых, появление потоков энергии, возникших при тропосферной ионизации естественными радиоактивными источниками и космическими лучами, обуславливающих основные (цикличные / не-цикличные) проявления вариабельной солнечно-геомагнитной активности (пропорциональные мощности вспышек на Солнце и силе магнитных бурь), сопровождалось почти полным их поглощением в ионосфере. За этим, однако, следовали воздействие слабого потока микроволн из возмущённой земной ионосферы в виде эмиссии квантов микроволнового излучения (2) {УВЧ, СВЧ и КВЧ (соответственно, дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов радиоволн)}. Этот поток, в свою очередь и по-видимому, мог выполнять функции управления: а) зарождением оптически тонкой / разогревающей облачности; б) созданием / генерацией предшествующей ей конденсационно-кластерной субвизуальной дымки в нижней атмосфере; в) возникновением резонанс-ассоциированных водородных связей в неустойчиво формируемых кластерах структурированной воды; г) формированием радиационного баланса атмосферы. При этом, скорее всего, действовал механизм, сходный с таковым при образовании водных ассоциатов в организме человека. Выше названная дымка мощно экранирует выход тепла от подстилающей тропосферу поверхности в космос, но пропускает почти весь свет от Солнца к земной поверхности. В парниковом газе тропосферы паров воды много больше (~36-70%), чем углекислого газа (~9-26%), метана (4-9%) или озона (3-7%). Микроволновое излучение обладает энергетической (преимущественно касается диапазонов УВЧ, СВЧ, КВЧ) и информационной (ОНЧ, область очень низких частот, ниже 100 Гц, – содержит почти все резонансные частоты организма) компонентами. Оно почти свободно достигает земной поверхности и активирует эффект кластерообразования в парах воды и в водосодержащих

ассоциатах, усиливающийся с ростом орбитального момента (*l*) находящихся в возбужденном состоянии нейтрализующих электронов, пребывающих на ридберговской орбитали атомно-молекулярного комплексного положительного иона. Далее это может вести к снижению скорости диссоциации рекомбинирующих ионных кластеров (распада в процессе т.н. трёхчастичной электрон-ионной «столкновительной диссоциативной рекомбинации») и способствовать их стабилизации в тропосфере. (Хотя ридберговские электроны, участвуя в безызлучательных переходах, могут способствовать также и диссоциации кластера) [218, 219].

Такое в.н. излучение можно считать «внешним» и рассматривать в контексте подходов как «супрамолекулярная химия», так и (новый аспект) «супрамолекулярная физика». В основе обоих подходов, – межмолекулярные связи. Но во втором случае выявляется облигатная зависимость от внешнего излучения (специфического / не-специфического). При промежуточном захвате электрона с выходом на ридберговскую орбиталь возможно участие их в нейтрализации заряда уже сложных комплексов водных ассоциатов (касается, прежде всего, молекул сродства к протону: воды, аммиака и метана). Это относится, в том числе (хотя и в меньшей степени), и к клеткам организма, где вода составляет ~70% его массы и более 90% общего числа всех молекул. В организме человека в.н. события могут вести к изменению свойств жидкостей, реологических свойств крови (растет её вязкость, агрегатоспособность эритроцитов) и ухудшению самочувствия, – особенно при нарушениях работы сердечно-сосудистой системы, мозгового кровообращения, и др. С кластеризацией воды связывают такие типы регуляции, как ограничение / специализация мембранного переноса, обмена энергией и информацией, ослабление действия элементов кластерной природы (ассоциированных с гидратированной «шубой»), увеличение вязкости биологических жидкостей (включая кровь, лимфу, желчь и продукты жизнедеятельности) [218, 219]}.

{{*Коммент. авт.*: в зависимости от природы, состава и интенсивности излучения / частиц, у биологических видов описанные события могут влиять, по крайней мере, на становление и поддержание регуляторных / цикличных процессов экспрессии генов / геномов и формирование геномного разнообразия в рамках генетического кода. Однако, в экстраординарных по энергетической и информационной компонентам условиях воздействия, можно ожидать не только необратимо повреждающего, но и (генетический-код)-формирующего действия обозначенных агентов}}.

Продолжим. Притяжение разнозаряженных отдельных структур (например, частиц протон / электрон) естественно и привычно. Предпочтительное притяжение исходно хаотично отталкивающихся сложносоставных структур, имеющих оба знака (в центре положительно заряженные протоны / ионы-гидроксония (H^+ / H_3O^+), окруженные «шубой» гидроксил-анионов воды, OH^-), хотя и с преобладанием одного из них (*зд.* положительного), также можно понять. В этом случае имеет место парадоксальное, на первый взгляд, притяжение как бы одноименных заряженных частиц, но с изобилием расположенных между ними зарядов противоположного знака, когда сила отталкивания подобно заряженных объектов не оказывается большей, т.е. не препятствует притяжению разноименно заряженных частиц, распопложенных между первыми. По мере сближения притяжение двузаряженных частиц (стабильных коллоидных кристаллов) становится все более сбалансированным за счет сил отталкивания между регулярно разнесенными одноименно заряженными частицами. Растворенные молекулярные вещества реально и систематически вытесняются с поверхности гидрофильных носителей межфазной зоны (ЗИ, зоны исключения и долгосрочного разделения зарядов в течении десятков минут и часов) на расстояние в несколько сотен микрометров. Причем падающая в.н. лучистая энергия, в том числе УФ, видимый и ИК-ближний свет (особенно при длине волны 3,1 мкм и за время в 10 минут, когда температура воды вырастает не более чем на 1°C), индуцировали четырехкратный прирост ширины ЗИ. Предполагают, что это происходит за счет усиления частичной диссоциации воды до: (i) протона / гидроксония (H^+ / $H3O^+$), вытесняемых в объемную воду и свободно диффундирующих за пределами ЗИ пропорционально локальным электрическим градиентам; это ассоциируется с прообразом другого процесса, – протонного насоса, функционирующего здесь, в частности, в качестве побочного продукта, движущей силы, экологической / солнечной энергии; (ii) концентрируемого в ЗИ гидроксила (OH^-).

Светоиндуцируемое разделение зарядов и зона исключения (ЗИ)

Светоиндуцируемое разделение зарядов (когда энергия поставляется экосредой) и последующее движение заряженных частиц в приповерхностном слое воды, как и в некоторых других жидкостях, и в свою очередь, напоминает то, что происходит в реакционных центрах на первой стадии фотосинтеза. Это своего рода общий первый шаг, происходящий вблизи многих гидрофильных поверхностей, – а не только рядом со

специфической поверхностью зеленых растений или бактерий. Тогда заряженные компоненты (вода и растворенные / взвешенные вещества) движутся за счет энерголучевой и тепловой (экологической) энергии окружающей среды. Такие зоны наблюдаются рядом с поверхностями гидрогелей, гидрофильных полимеров, монослоев, ионообменных шариков (в целом, – веществ различного размера, типа и полярности) и биологических тканей. Физические свойства ЗИ исследовались различными взаимодополняющими методами: ЯМР, ИК-излучения, двойного лучепреломления; измерением электрического потенциала, вязкости и поглощения в УФ- и видимой областях спектра. В результате были обнаружены значительные различия между зоной исключения (ЗИ) и фазой объемной воды [100]. В результате длительного контакта воды с поверхностью гидрофильных полимеров образуются супрамолекулярные агрегаты. Вода, очевидно, обладает исключительной способностью к инициации процесса самоорганизации собственных и молекул своего окружения [105].

В основе ЗИ, суспендированной до образования коалесцирующих (частично «слипающихся») микросфер, лежит пока еще недостаточно изученный эффект образования т.н. неперемешиваемого слоя, области медленной диффузии и исключения микросфер из окружающей многие биологические и искусственно созданные ткани зоны [102]. Этот слой следует рассматривать на языке квантовой физики, – в то время как классическая физика, по большей части, имеет дело с сепарабельными состояниями [105]. Одновременно, отдельные структурированные зоны, сети с зеркальной симметрией положительного и отрицательного зарядов (макрофеномен), нейтрализовывались не легко. Это напоминало ситуацию с батареей, когда наблюдаются длительное разделение зарядов (как в кондесаторе) и последующая, по мере необходимости, их взаимонейтрализация. При механическом воздействии хрупкие макроструктуры покоящейся воды уменьшали свою и вязкость раствора (т.е. проявляли тиксотропные свойства) [102]. В целом, вязкость воды, связанной с элементами биологических структур, существенно ниже таковой для обычной воды, – и воды, прилегающей к элементам стенок неживых объектов. Связано это, по-видимому, с синхронизацией частотных режимов взаимодействующих элементов живых объектов, определяемых некоторым когерентно-динамическим полем, – возможно единым для всего организма. Видимо принципиальные различия в действии химических и биологически активных молекул определяются не только на молекулярно-химическом уровне (здесь свойства практически одинаковы), но и на более глубоком, находящимся внутри первого, физическом (квантово-механическом) уровне [105].

Падающий свет уменьшал дистанцию между в.н. микросферами, обволакивающими отрицательно заряженную ЗИ (показано в модельных эсперимента с гелевыми шариками / бусинками обоих знаков, с диаметром 0,5 мм, которые каждый раз привлекались друг к другу и соприкасались «поверхность-к-поверхности» на расстоянии, максимум, в 400 мкм). Поэтому вполне вероятно, что динамика интегративного процесса накопления здесь отрицательного заряда обеспечивается также и противонаправленным движением двух одноименно заряженных потоков другого знака, – т.е. состоянием баланса между протонами двух типов. Первые, расположенные между микросферами, «подстегивают» притяжение в.н. отрицательно-заряженных частиц друг к другу (1), – в то время как другая часть протонов оказывается в состоянии взаимоотталкивания и свободно диффундирует в направлении объемной воды (2). Такие притяжение / отталкивание функционируют в рамках ранее развиваемого противоречивого (по крайней мере, на первый взгляд) и условно обозначаемого принципа «подобное-любит-подобное». Снятие же противоречия состоит в уточнении принципа до «подобное-любит-подобное-через-противоположное» (описано выше) [100, 101].

Очевидно, речь идет о возможном опосредованном протонами и электронами переносе лучистой энергии (в частности, Солнца, гео- / гидротермальных источников, др.), необходимой для поддержания многих жизненно важных процессов, – в том числе, условий возникновения жизни (например, синтеза сахаров, коротких аминокислотных цепей, и т.д.). Последующая коалесценция синтезируемых веществ в гелеобразные / коацервато-подобные образования подтверждена экспериментально. Было показано, что аминокислоты способны объединяться в полиаминокислотные последовательности, т.н. высокоупорядоченные «термические белки-филаменты», образующие различные микросферо-подобные структуры, подобные протоклеткам (и, отчасти, многоклеточным образованиям). Последние оказались способными к росту, деградации, избирательному накоплению (исключению) органических веществ, созданию электрического потенциала и формированию более сложных многомерных объектов. Причем известно, что: а) гели, коацерваты, клеткоподобные структуры и клетки обнаруживают тенденцию к заполнению себя отрицательно заряженной упорядоченной водой; б) а разности потенциалов между внутренними и наружними поверхностями и абсолютные значения у различных популяций гелей и коацерватов оказались, соответственно, аналогичными и подобными величинами. В целом допускается, что вклад отрицательно заряженной структурной воды (потенциал в ЗИ здесь достигает 200 мВ) в формирование отрицательного потенциала

клетки может оказаться не менее весомым (возможно и более), – по сравнению с таковым для отрицательно заряженных белков, мембран, их ион-специфических насосов и трансмембранных каналов, выполняющих задачу внутреннего / наружнего транспорта [100, 102].

Само формирование перечисленных структур, вероятно, не могло не происходить в условиях давления уже естественно функционирующих структурированных компонент воды (вместе с растворенными в ней веществами), придающих особые свойства вновь создаваемым структурам, – в свою очередь, индуцируемым энергией коалесценции, когда возникшие силы притяжения инициировали формировние движений других видов (таких как стационарные течения, осмотически ведомые потоки, и др.) [100, 102].

Кроме того, показано, что значительное повреждение мембран, и в отличие от того, что считали ранее, часто не ведет клетку к катастрофическим последствиям. Абсолютная непрерывность мембраны является необходимой не всегда [100]. Однако есть мнение, что для поддержания незыблемости мембранной теории было выдвинуто несколько спасающих ее других теорий, – некоторые из которых отметились самыми значимыми премиями [102]. Более того, определенная дегерметизация клеточных мембран обеспечивает некоторую бóльшую гибкость процессам переноса, транспорта (низко- и высокомолекулярных веществ) и некоторым другим регуляторным процессам (по крайней мере, незатронутыми остаются структура цитоплазматического геля, мембранный потенциал, и др.). А свободные протоны, созданные в конце концов экологически подводимой энергией, могут быть функционирующими практически универсально [100].

Важнейшую роль может играть также отрицательный заряд: хотя он встроен в упорядоченную воду вблизи гидрофильного интерфейса, главные его элементы, электроны, не обязательно фиксируются, а могут перемещаться в пределах границ ЗИ, – напоминая (n/p)-решётчатые / заряд-дырочные, области в полупроводнике. А факт флуоресценции ЗИ свидетельствует о смене энергетических состояний принадлежащих ей свободных электронов, участвующих в энергоемких метаболических реакциях, – в частности, окисления пищевых продуктов при переносе электронов в.н. субстратов органическим соединениям внутри клетки. Перечисленные процессы в водной системе, не являющейся экзотической и обладающей начальным запасом структурной энергии для осуществления работы против равновесия, могут рассматриваться и касаться не только клетки, но и, вероятно, примитивной протоклетки и протоорганизма. Более того, вода, вероятно, является одним из главных организаторов живого (устойчиво неравновесного)

состояния живых организмов, – возможно, не только на Земле. Отдельно заметим, что экологический взгляд на биосферу трудно совместим с попытками человека заместить огромные количества некоторых природных ископаемых (нефти, газа, др.) водой. Запасы ее в недрах многократно превышают таковые на поверхности Земли, но всех ролей ее мы не знаем. Без глубокого изучения данного вопроса в.н. деятельность человека оказывается непросчитанной и грозит непредсказуемыми последствиями [100, 102].

Некоторые возможные квантовые свойства воды (конспективно)

Посмотрим на воду еще и с другой стороны (учитывая ее биокосную природу). Подавляющая часть солнечной энергии, запасенной зелеными растениями, переносится затем по ансамблевым молекулярным / межмолекулярным структурам дыхательной цепи митохондрий животных / человека π-электронами (т.н. «электронами жизни»). Последние образуют единое делокализованное облако электронов проводимости и, в силу низкого порогового барьера, способны воспринимать / отдавать кванты энергии фотонов (конвертировать солнечную энергию) при разнообразных процессах / реакциях энергообеспечения биологических систем [105].

Это же относится и к случаю УФ-индуцированного повреждающего / мутагенного действия на нуклеиновые кислоты излучения в диапазоне 200-315 нм, когда в результате ковалентного фотоприсоединения из двух молекул тиминов, и по в.н. двойным π-связям у 5-го и 6-го атомов углерода, образуются, главным образом, тиминовые димеры с циклобутановым кольцом (очень редко – цитидиновые или цитидин / тимидиновые димеры). Из трех видов УФ-облучения, – {УФА (400-320 нм), УФВ (320-280 нм) и УФС (<280 нм)}, – наиболее повреждающим является УФВ. Причем, как правило, тимины являются соседями одной, реже противоположных и частично денатурированных цепей ДНК. Доля димеров и их соотношение в одной / противовоположных цепях ДНК зависят от частоты (длины волны) и длительности УФ-облучения. Фотоны поглощаются не только самим тимином, но и в результате фотосенсибилизации другими основаниями ДНК. Сам процесс, скорее всего, представляет собой обменно-резонансный тип миграции энергии с участием триплетных состояний нуклеотидов (тушителем которых является, в частности, кислород). Интересно, сопутствующий процесс фотогидратации пиримидиновых оснований требовал иных тушителей (синглетных состояний). УФ-облучение, качественно, могло вести также к образованию ковалентных сшивок пиримидиновых

оснований с некоторыми аминокислотами и / или белками. Среди аминокислот наибольший вклад в фотоповреждение белков вносят ароматические триптофан / тирозин и серосодержащие цистин / цистеин, – хотя и в этом случае энергия фотонов, поглощенных одним атомом, далее может переноситься на другие остатки аминокислот. Одновременно, восстанавливающая фотореактивация в клетках бактерий / (дрожжей) происходила при видимом свете (300-500 нм), – и с участием фермента, тропного к в.н. циклобутановому комплексу [200].

А энергия ковалентных σ-связей, имеющих высокий пороговый барьер, и при стандартных температуре тела и других физико-химических параметрах организма, использованной для химических превращений быть не может. Вода, являясь конечным продуктом перечисленных здесь ОВР, содержит наименьшую среди биологически значимых молекул свободную энергию. Наоборот, в фотосистемах растений, и благодаря поглощению фотонов с дискретно распределенным уровнем энергии, электроны вначале набирают наивысший биопотенциал, а затем, постепенно, от одного промежуточного продукта общей цепи переноса электронов к другому, сбрасывают его, – вплоть до самого низкого уровня в составе воды (*зд*. по сути отработанной) [105]. {{*Коммент. авт*. (выводы): здесь, однако, надо заметить, что фотосинтез, сопровождаемый загрузкой / «накачкой» биосистемы фотонами, может вести, вероятно, к синергичному с прямым действием падающего на т.н. «объемную» / обычную воду света эффекту усиления создания внутриклеточных доменов / кластеров биологически активной поверхностной / структурированной воды}}.

При этом оборот системы «структурированная ↔ отработанная вода» (*зд*. основного «рабочего вещества»; и благодаря, соответственно и в частности, фотосинтезу и дыханию в Хп / Мт) сопровождается таковым же для электронов, перескакивающих, при определенных процессах (метаболических / биохимических реакциях, др.), с более высокого уровня (электронвозбужденного состояния, ЭВС; с излучением, безызлучательно), – на более низкий. В обоих случаях источником кругооборота фотонов служит, прежде всего, Солнце, запускающее, таким образом и одновременно, круговорот и превращение свободной энергии, поддерживающей функцирование живых систем. Кроме того, в этих процессах участвуют ферментативно / неферментативно генерируемые АФК (крови, клеток, модельных водных систем, содержащие молекулы H_2O_2, полученного из воды кислорода, и др.), способные запускать цепные реакции различных групп химических / биохимических соединений, и проявляющие признаки

самоорганизации (такие как, колебательный характер, устойчивость к интенсивным внешним факторам, сохранение высокой чувствительности к действию факторов низкой / сверхнизкой интенсивности, др.). Но поддержание неравновесных состояний в открытых биосистемах, как и увеличение их свободной энергии, возможны только при создании потоков вещества и энергии (элементарных частиц, атомов / молекул), перераспределяющих энтропию между целой и частями биосистемы, и целой и частями небиологических / физических систем (включая питательные вещества, энергию Солнца, и т.д.). Поддержание неравновесного состояния требует большого количества энергии и может быть причиной охлаждения анализируемых образцов. С другой стороны, при отклонении от равновесного состояния в частях целой системы происходят как нарастание энтропии (а), так и внутренние процессы (б), возвращающие ее к исходному равновесному состоянию в соотвествии с принципом Ле-Шателье. Уменьшение энтропии живых систем происходит за счет свободной энергии, освобождаемой при распаде поглощаемых извне питательных веществ, – или за счет энергии Солнца. Одновременно это приводит к увеличению свободной энергии систем. В живых организмах (клетках, и т.д.) вода выполняет сразу несколько ролей в сбалансированно настроенной системе круговорота: а) потоков свободной энергии (освобождаемой при распаде поглощаемых извне питательных веществ, – или за счет энергии Солнца); б) потоков отрицательной энтропии (необходимой для компенсации внутренних деструктивных процессов и убыли свободной энергии за счет самопроизвольных реакций метаболизма); в) поддержания состояния устойчивого неравновесия [105].

Структурирование и кластеризация жидкой воды

При кластеризации жидкой воды образуются упорядоченные диссипативные структуры, которые при спонтанной самоорганизации преобразуют далекий от равновесия молекулярный хаос в когерентное состояние с самоподобной фрактальной структурой (описано, например, для функционирующих мозговых структур). Диссипация энергии, не исключено, может происходить за счет функционирующих квантовых полей сцепления, снижающих энтропию. Вещества в когерентном, т.н. «четвертом» агрегатном состоянии, отличаются непропорционально сильным откликом на внешние воздействия, к которым относят не только различные полевые, включая ЭМП, но и разные типы механических возмущений, такие, как перемешивание, встряхивание, и т.п. Предполагают, что это происходит за счет согласованного поведения и синхронизации множества локальных

корреляций между отдельными частями системы {в целом, или, по крайней мере, имитирующих признаки, связанные с т.н. нелокальными корреляциями (см. Приложение-глоссарий 3)}.

Сформированные при контакте с биомолекулами гидрофильных поверхностей, пограничные слоисто-организованные структуры воды (с толщиной до нескольких миллиметров) обладают полностью отличными параметрами / свойствами. Они имеют много более низкую температуру замерзания, ограниченные растворимость / подвижностью (др.) и охарактеризованы как «вода четвёртой фазы», «зона исключения» (ЗИ). В этой зоне транспорт электронов в обычно электрон-непроводящих тканях, предположительно, был ассоциирован с контактными областями при туннельном эффекте преодоления энергетических барьеров между отдельными конформационно лабильными молекулами белков-переносчиков. В таких зонах сожержатся «электронные тропы», нестрого разбитые на отдельные блоки с ковалентными / водородными связями и нековалентными взаимодействиями. Последние имеют близкий к ван-дер-ваальсовому радиус действия.

Туннельное сопротивление, однако, может быть преодолено только при достаточно сильном электрическом поле, задающем направленность и минимально необходимое значение дипольному моменту. Причем перенос энергии, по-видимому, связан не только с транспортом электронов, но и (даже сильнее) с миграцией электрон-возбужденного состояния, ЭВС (возможно, − индуктивно-обменным резонансом и экситонным механизмом), без отрыва электрона от молекулы донора и без переноса заряда. Такая энергия, − далее, и по частям, − может тратиться как на текущее энергообеспечение организма, − так и на запасание / процесс-«накачки» (подобно поглощению импульса в лазерах). При этом ~90% энергии тратится на поляризацию, – и только ~10% на переход воды в пар. Таким образом, вода в жидкой фазе может являться доминирующим компонентом жизнедеятельности многих организмов, ведущим чувствительным индикатором и преобразователем разного рода слабых / сверхслабых входных сигналов, а также средой, сохраняющей информацию о внешних воздействиях [105].

Спектры излучения воды

Спектр УФ-излучения собственно живых структур (включая характерные слабые излучения, возможно когерентных межклеточных взаимодействий) может быть

зафиксирован с помощью обычной фотографии. При необходимости фотографии свечения могут быть усилены применением высокочастотного электрического разряда, регистрируемого высокочувствительной рентгентгеновской пленкой при в.н. кирлиан-эффекте. Этот эффект связан с условиями газоразрядной визуализации, ГРВ (см. ниже) и, в частности, с пока не до конца понятным и не всегда воспроизводимым явлением фантома живых структур. Кирлиановское свечение относится к ультрафиолетовой части спектра и его изображение отражает энергетику воды, связанную с наличием в ней когерентных доменов (КД). Это т.н. структурно-упорядоченная / связанная вода, а в УФ-области, также, регистрируют и свободнорадикальные реакции [105]. С преобладанием окислительных процессов в системе вода / живой-организм или вода / клетки увеличивается удельный вес свечений длинноволновой части оптического спектра, который больше связан с тепловой энергией, и, по-видимому, стабильными сигма (σ)-электронами. При преобладании восстановительных процессов в растворе, наоборот, свечение регистрируется в коротковолновой части спектра, с минимумом тепла, и связано с π-электронами. Ионная проводимость, регистрируемая, в частности, показателями ОВП (окислительно-восстановительного потенциала), может заменяться протон-электронной проводимостью, ассоциированной с поглощением энергии фотонов видимой или ИК-областей. С другой стороны, имеется версия о существовании доли неионной проводимости, связанной с колебаниями при упорядочивании ядерных протон-нейтронных, – адронных взаимодействий / излучений и формированием адронного магнитного поля.

Среди природных вод много таких, у которых характеристики кирлиан-свечения занимают промежуточное положение между таковыми для дистиллированной и водопроводной воды. В этом случае картина свечения характеризуется причудливыми и неповторимыми узорами излучений, исходящих от т.н. многослойной короны, ветвистых ее стримеров и различной степени яркости центрального ядра, которые сохраняют структуру / конфигурацию воды, сформированной в присутствии определенных соединений. Это характеризует т.н. «память воды». Приложенные к воде различные виды энергии индуцируют структурирование воды вокруг нанокомпонент-содержащих гидрофильных поверхностей и периодический межфазный переход с выделением или поглощением энергии [105]. {{*Коммент. авт.* (выводы): такая структурированность, вероятно, отражает: а) энергетическое состояние («степень энергоемкости») системы; б) способность, подготовленность системы к установлению и поддержанию состояния

канализирования специфических путей переноса частиц. К последним относятся лептоны-электроны («далеко не убегающие» от молекул-носителей, но находящиеся в состоянии, близком к сверхтекучести) и многочисленные фотоны (являющиеся частицами взаимодействия / бозонами, с состоянием, более близким к полевому состоянию материи) внутри и между атомно-молекулярными структурами, – потенциальными «ловушками» данных частиц}}.

Отступление 9. ГРВ-метод

Широкие возможности применения программно-аппаратных вариантов ГРВ-метода используются при исследованиях биоэлектрографических комплексов в самых различных областях деятельности человека. В медицине производится анализ состояния вегетативной нервной системы и мониторинга реакций организма в процессе проводимой терапии. В спорте оценивается уровень соревновательной готовности спортсменов (включая олимпийский резерв). В судебной практике и работе правоохранительных органами оценивают уровень стресса у личного состава и у лиц, склонных к противоправным действиям. При исследовании состава жидкостей и материалов выявляют отличия между натуральными и синтетическими маслами, оценивают качества косметических препаратов, степень опасности аллергенов, состав волос человека и многое другое [108].

Принцип метода состоит в том (упрощенно), что исследуемый объект размещается на поверхности диэлектрической (обычно кварцевой) пластины с прозрачным токопроводящим покрытием на обратной стороне, на которое подается импульсное напряжение от импульсного генератора. При высокой напряженности поля, в газовой фазе газовой среды пространства контакта объекта и пластины развивается т.н. «скользящий газовый разряд», параметры которого определяются свойствами объекта. С помощью оптической системы и специальной камеры с зарядовой связью (КЗС) свечение разряда преобразуется в видеосигналы, поступающие как одиночные / серии кадров в компьютер. Обработка изображений (ГРВ-грамм) пространственного распределения освещенности, и в зависимости от состояния исследуемого объекта, проводится специализированным программным комплексом. Первичный процесс, – взаимодействие ЭМП с объектом исследования. При определенной напряженности ЭМП с поверхности объекта происходит эмиссия заряженных частиц или фотонов, инициирующих начальные фазы газового

разряда (подобное возможно и для биообъекта, испускающего биофотоны). Этот последний может влиять на состояние объекта и инициацию вторичной эмиссии и тепловых процессов. Неоднородность поверхности / объема объекта, эмиссия заряженных частиц и выделение газов влияют на параметры взаимодействия с ЭМП и изменения характеристик тока разряда и оптического излучения. Основная информация извлекается из характеристик свечения. Преобразования пространственного распределения освещенности в изображение, характеризуемого набором параметров, преобразуемых, в частности, в симптомокомплекс конкретного заболевания, осуществляет приемник излучения. Дополнительную информацию о временно́й динамике процессов предоставляет анализ динамических рядов изображений [108].

Исследование биологических и неорганических объектов происходит за счет процессов, протекающих на нескольких уровнях:

1) включения связанных контуров в цепь передачи электрического тока с последующими: а) изменением комплексного сопротивления объекта (за счет физических и / или физиологических процессов); б) перераспределением токов в контурах. Это сказывается на параметрах свечения (в случае биологических объектов, например, элементы проводимости вблизи поверхности распределены неоднородно, – соответственно, также здесь распределено и ЭМП) и характер развития разряда;

2) модификации условий развития разряда в присутствии неоднородностей структуры поверхности, влажности;

3) выделения газов поверхностью объекта и изменения параметров формирования разряда;

4) подачи короткого импульса напряжения на поверхность биологического объекта с последующим изменением параметров изображения.

При этом сначала развивается лавинный разряд в узком зазоре, ограниченном поверхностями объекта и диэлектрика (стекла). Это инициирует скользящий электрический разряд по поверхности раздела сред двух диэлектриков (*зд*. воздушного, – и жидко- / твердофазного). Длина разрядных треков (стримеров) и импульсный ток зависят от геометрии системы, параметров окружающей среды и подаваемого напряжения. В большинстве случаев эти зависимости выражаются эмпирическими формулами, отражающими влияние различных параметров системы (включая их пороговую зависимость). В ГРВ-устройствах на электроды подают серию биполярных импульсов напряжения. При каждом из них возникает соответствующая фаза разряда.

Окончательная картина представляет собой суперпозицию изображений от положительного и отрицательного разрядов (с учетом искажения электрического поля положительным поверхностным зарядом, оставшимся после предыдущих разрядов). Для ГРВ используется только слаботочная лавинная фаза разряда (с интегральной величиной тока в импульсе не превышающей 50 мА). Наличие на поверхности шероховатостей, пыли или влаги, если с ними не связано изменение поверхностной проводимости, не сказывается на изображении. В случае электродной системы «острие-плоскость» поверхностный разряд всегда дает строго симметричные фигуры, – а в случае исследования жидкостей и биологических объектов наблюдаются фигуры более сложной формы [108].

Спектр излучения поверхностного разряда в воздухе включает молекулярные полосы т.н. второй положительной системы, ассоциированной с азотом, окисью / двуокисью углерода и кислорода (N_2, CO, CO_2, O_2). Это обычно наблюдается в слаботочном разряде воздушной среды. Основная область спектра излучения находится в диапазоне 280-800 нм (УФ / видимого-света). В электроположительных газах (воздух, азот, водород и др.) вид газоразрядных фигур качественно идентичен, а введение электроотрицательных добавок (CCl_4, др.) вызывает резкое уменьшение размера и подавление «тонкой структуры» изображения. Это может быть связано с поглощением инициирующих медленных электронов (что препятствует развитию электронных лавин), вторичных электронов (рожденных в лавине) и искажением электрического поля за счет отрицательных ионов. Используемые в ГРВ-исследованиях биологические жидкости (природная вода, кровь, моча) имеют естественные микровключения, поляризующиеся в приложенном электрическом поле и являющиеся источниками микро-неоднородностей. Анализ структуризации этих жидкостей в условиях ГРВ показывает, что в рассматриваемом объеме жидкости формируется стационарное неоднородное распределение микровключений, связанное с возникновением поля давлений вблизи колеблющегося тела в покоящейся жидкости. В результате этого процесса жидкость из гомогенного состояния переходит в состояние объемно неоднородного диэлектрика. И тогда здесь применимы соображения об искажении электрического поля над поверхностью подобного диэлектрика [108].

При ГРВ информация об объекте передается параметрами изображения за счет его отображения в таких характеристиках разряда, как интенсивность, длительность, частота следования и пространственное распределение отдельных лавинных актов, спектральный

состав излучения. К основным информативным признакам биологических объектов относят, по крайней мере, факторы:

а) вызывающие изменение электрического поля в разрядном зазоре (например, неоднородность структуры поверхности или объема, вызывающие преимущественные или очень слабые лавинные разряды в областях с максимальной напряженностью электрического поля);

б) пространственно-временно́й неоднородности эмиссионных свойств (от них зависят величина тока разряда и частота следования разрядов) и газовыделения / испарения с поверхности объекта (влияние на состав газовой среды в зазоре и интенсивность разряда и спектральный состав излучения);

в) временно́го изменения электропроводности (и, отсюда, интенсивности и частоты следования отдельных актов разряда) вследствие неоднородности поверхности объекта;

г) активного изменения комплексного / полного сопротивления переменному току, зависимому от электрических свойств исследуемого объекта (и при постоянстве других параметров).

Аналитические модели, и на основе полученных экспериментальных данных, позволили сделать некоторые следующие выводы:

1) характер физических процессов в рамках единичного акта разряда определяется перераспределением электрического поля в разрядном зазоре благодаря накоплению поверхностного заряда на ограничивающих электродах и исследуемом объекте, – но не зависит от формы подаваемого напряжения (синусоидального или импульсного);

2) оптимальным для получения наилучшего выявления различных включений в толще диэлектрика является использование последовательности коротких импульсов напряжения;

3) избежать температурного / теплового воздействия на характер разряда биообъекта (как и не возмущающего характера процесса измерения) можно уже при характерных времени и «маломощном» действии в.н. импульса (10^{-5} сек).

Программно-аппаратный ГРВ-комплекс представляет собой систему, использующую последние достижения электроники, современные методы обработки изображений и формирования заключений на основе больших массивов данных {приоритетная разработка ГРВ-метода связана с питерским университетом СПбГУ ИТМО (информационных технологий, механики и оптики) и имеет международное признание} (Подробности см. в [108]). {{*Коммент. авт.* (выводы): выше приведенные технический и

экспериментальный материалы демонстрируют возможность присутствия и создания условий формирования сетей и движения специфических потоков / маршрутов следования частиц, элементарных частиц (в частности, электронов / фотонов) при внутри- / межмолекулярных взаимодействиях, включая низкомолекулярные, биомакро- и супрамолекулярные образования в клетках, между клеток, в тканях, органах, в целом организме, – и т.д., вплоть до целой биосферы}}.

Биоэлектрографическая картина и типы когерентности разных типов воды

Полученная биоэлектрографическая картина будет косвенно отражать: (а) энергетику конкретного типа воды в поле высокого напряжения; (б) характер функционирования молекулярно-белковых комплексов. Между спектрами поглощения разных типов структурированно-когерентной природной воды (право-R и лево-L поляризованными их типами), водородные связи в тетраэдрических образованиях которой формируют в.н. винтовые последовательности, – как и между ними и спектрами равновесно-объемной воды, – обнаружены существенные различия. Последние касаются колебаний молекул воды и оптических переходов в диапазоне 200-240 нм, причем бóльшая биологическая активность зарегистрирована для L-типа когерентной воды. В управляемом ЭМП спины протонов молекул исследуемых образцов когерентных областей воды, показанные методом ЯМР для некоторых атомных ядер, коррелировали и колебались в одной фазе: стабильные изотопы с нечетным количеством протонов / нейтронов имели собственные магнитные моменты, а с четным – спин, равный нулю; сила внешнего магнитного поля влияла на частоту поглощения активных ядер. Предположительно, с явлением когерентности (ее значительной / ключевой ролью) связаны все элементарные процессы переноса энергии в клетке живого организма [105].

Выделяют несколько видов когерентности (по физико-химическому типу процессов): 1) оптическую (связана с временными колебаниями, подобными для возбужденного лазерного импульса и узко-локальными межъядерными состояниями волновых пакетов); 2) выбора процессов, отвечающих за интерференцию разнообразно взаимодействующих путей, – и результирующий путь перехода между исходным и конечным состояниями (у молекул / частиц); 3) по способу создания, состоянию и релаксации электронных и колебательных уровней в открытых биосистемах [105].

Интерес к когерентным свойствам воды (питьевой, др.), составляющей большую часть молекул живой материи, содержимого клетки, понятен. Такие свойства могут оказывать решающую роль на формирование и функционирование в организме в широком смысле биохимических (включая молекулярно-генетические), метаболических и других процессов. Показано, что когерентно-структурированная вода (in-vitro / in-vivo) не является токсичной, не вызывает поломок хромосом и может достоверно влиять, в частности, на усиление иммунного статуса (выработку интерферона, ингибирование вирусов везикулярного стоматита, ВИЧ, герпетической инфекции, исчезновение / смягчение оппортунистических заболеваний). В жидкой воде существуют супрамолекулярные кластеры, формирующие дальние диполь-опосредованные корреляции и квантовую когерентность.

Базовые свойства несепарабельности воды. Лиотропность

Эти свойства, по-видимому, объясняются квантово-когерентными свойствами молекул отдельных ее слоев, определяющих увеличение возбуждения ключевых компонент переноса энергии в системе (*зд*. донорными π-электронами). В целом, несепарабельность, – это невозможность разделить систему на отдельные, полностью независимо-самостоятельные составные части. В результате увеличивается толщина и модифицируется рисунок короны ЗИ, отражающие степень когеренизации воды. Заметим, что сам организм является как комплексной несепарабельной системой, обеспечивающей фундаментальную устойчивость / целостность отдельных его структурных единиц, имеющих индивидуальные специфические частоты и частотные спектры, – так и, взаимообусловлено, целой когерентной системой с характерным согласованным поведением его составных частей при последующем несепарабельном их взаимодействии. В случае смешанного (сепарабельного / несепарабельного) состояния макросистемы, она может быть формализована не одним вектором состояния, а матрицей плотности. Водный кластер, т.е. «когерентая вода» с повышенной электрической емкостью и широкой полосой дисперсии в области 1000 гц (является аналогом комбинированных мехатронных систем, состоящих из механических, электронных, электротехнических и компьютерных компонент), предположительно, – несепарабельная часть системы со спин-согласованными степенями свободы его частей («мерцающими» состояниями молекул воды, которые часто покидают / возвращаются в кластер). А молекулы воды вне кластера,

– сепарабельная часть водной системы. Состояние «целостной» воды, тогда, можно расценивать в качестве смешанной сепарабельной / несепарабельной системы [105].

Важным свойством воды (и, следовательно, живых структур), обладающей почти жидко-кристаллическим слоем, является ее лиотропность. Это способность к самоорганизации (включая квантовой уровень) и стойкому изменению своих геометрических, жидкостных (вязкость, поверхностное натяжение, способность запоминать форму сосуда, др.) и твердотельных (анизотропность) характеристик. Растворенные вещества, амфифильные биомолекулы способствуют появлению кластерно-фрактальной анизотропи, определяющей, в частности, естественное качество питьевой воды. Упорядоченность живых организмов существенно отличается от таковой в обычных кристаллах. Она сформирована дробно-дискретным квантованием своих разнообразных, но глобально распространенных фрактально-повторяющихся структур (и это хорошо наблюдается, в частности, для мицелл, а также липопротеидных, геномных, мозговых, сосудистых и других разноорганизованных структур). Определенные типы питьевой воды также формируют фрактал-подобные структуры [106]. В свою очередь, эти структуры, вероятно, могут порождать в разном смысле специфические поляризации ближнего окружающего пространства (флуктуации ЭМП, магнитного поля, гипотетически обсуждаемые поля кручения, диссимметрийные свойства вакуума, и т.д.). Не исключен и обратный эффект. Надо иметь ввиду, что фрактальная размерность реальных хаотических объектов измерениями не определяется точно. А понятие «фрактал», обычно, используется для аналитического описания систем с выраженными процессами динамического хаоса, часто проявляющегося в виде самоорганизации самоподобных фрактальных структур, – например, поверхностей [105].

Отступление 10. Диссимметрия воды

Общие анизотропия (неоднородность свойств вещества / материала в различных направлениях) и диссимметрия (противоречивое единство симметрии / асимметрии) являются основными стабилизирующими свойствами всех уровней функционирования здорового организма. Диссимметрию (*зд*. по параметру «оптическая активность»), почти отсутствующую в неживых системах, считают основной физической характеристикой живых структур (что формализовано законом Пастера-Кюри-Вернадского). В живых системах диссимметрия хотя и является вездесущей (основным стабилизатором

гомеостаза), ее границы все-таки «плавают». Невозможно с точностью до микрона определить, в частности, где в организме кончается правая и начинается левая половина тела. Также, не до конца понятно, каков механизм воспроизведения и сортировки в тканях / клетках правых и левых изомеров аминокислот, сахаров и жиров. На степень симметрии / диссимметрии молекул воды, их диссоциацию оказывает влияние ряд действующих слабо, на первый взгляд, факторов: геомагнитное поле, парамагнитный резонанс тканей, гравитация, редокс-потенциал, диссимметрия окружающего пространства [106]. В области видимого диапазона спектра, суммарная оптическая активность гетерогенно-организованной воды, обычно, является небольшой. Из-за этого ее часто игнорировали. Она также зависит от:

а) множества факторов среды (температуры, pH, давления, наличия различных примесей, газообразных компонент, и т.д.);

б) динамического режима перемешивания различно структурированных областей воды, имеющих индивидуальные, иногда значительно различающиеся показатели этого параметра.

Кроме того, равновесное значение pH смешиваемых разноструктурированных частей воды, известно, существенно отличается от среднеарифметического, и pH=7,0 является ее «ионной» границей диссимметрии. Исходя из значений pH, редокс-потенциала и других параметров делаются попытки рассчитать т.н. коэффициент / степень диссиметрии воды [109]. При подведении постоянного электрического поля (*зд*. при мембранном электролизе воды) можно получить два типа полярной диполь-организованной воды, имеющей неоднородное электронное облако (образованное пятью электронными парами внутренних и внешних орбит), и асимметрично расположеные заряды. Последние располагались в четырех полюсах: двух отрицательных в области кислородного ядра, – и двух положительных у двух водородных ядер. Первый тип, – хорошо структурированная и часто более эффективная в применении при различных видах заболеваний т.н. катодная вода (католит). Второй, – слабо структурированная анодная вода (анолит). При фазовом переходе первый тип воды формирует фрактальные структуры оптически активных правополяризованных стереоизомеров (энантиомеров) тетрамерных молекул воды; второй, – одиночные твердофазные / левополяризованные микрокристаллы с различной формой для различных исходных вод. Энантиомеры, в отличии от моностереоцентричных эпимеров и полистереоцентричных диастереоизомеров, имеют зеркальную симметрию (по каждому

стереоцентру), способность вращать плоскость поляризации света и являются одинаковыми по физическим / химическим свойствам и реакционной способности. Каждый исходный тип воды, включая структурно-упорядоченные, повторно преобразуется в два в.н. типа с различными электронными спектрами и различными структурами твердых фаз. Регулирование соотношения / динамики правых и левых стереоизомеров («живого минерала воды»), не исключено, может влиять на различные питьевые свойства воды [106].

{{*Коммент. авт.* (выводы): *зд*. снова высвечивается вопрос сочетаний и переключений множества симметрий различного типа, – в том числе, при многократном / беспрерывном «впадании» (био)систем и / или их элементов в спонтанное или программируемое состояние чередования различных типов когерентности / некогерентности и состояний. Это происходит с участием в.н. стереоизомеров т.н. «обычной» или структурированной воды. Обсуждаемое касается: а) биосинтеза левовращающих (L)-аминокислот белков и правовращающих (D)-сахаров ДНК (в клеточной воде); б) воспроизводства почти рацемических смесей (в чисто химических реакциях / синтезе); в) четко прослеживаемой тенденции в.н. спирализации, в основном правовращающей, объектов «косной» природы (например, движения небесных тел, звезд, галактик) и «живой» природы (например, закрученности раковин улиток, моллюсков; спиралевидных структур с расширяющимися пропорциями у растений, насекомых, животных [184, 186])}}.

Протонофильные и гидроксифильные кластеры (клатраты) воды

Структура воды представляет собой смесь протонофильных (1) и гидроксифильных (2) кластеров и т.н. клатратов. Это оптически анизотропные фрактальные включения / домены одного вещества в кристаллической решётке другого вещества, – и в условиях фазового перехода конденсированной воды с хотя бы минимальной изначальной структурированностью. Первые содержат протонолитически активные водные кластеры и клатраты. Природная питьевая вода, без техногенных влияний, это, с одной стороны, многокомпонентный водный раствор, состоящий из матрицы-растворителя с заданной сетью водородных связей, куда встраиваются различные микроэлементы и ионы. С другой стороны, – это живая сложно-структурированная система, проявляющая триединство существования вещества, энергии и информации. Кроме того, характеристики и

перестройка структуры и исследования динамики состояния воды, ее физико-химические и биологические свойства, оценивают с точки зрения изменения внешних факторов. К последним относят: климатические условия (температуру / влажность); освещенность окружающей среды; вариации магнитных, электромагнитных и акустических полей (по данным кирлианограмм при нормальной и магнитно-возмущенной геомагнитной обстановке); снижение электропроводности и pH воды, под действием ЭМП, имеют полиэкстремальный характер; и др. [105].

Подвижная сетка водородных связей при самопроизвольных / управляемых фазово-структурных переходах позволяет моделировать кластеры воды, их энергетический потенциал, – т.е. смену состояний диэлектрик ↔ суперионный-проводник. Воду не редко рассматривают в качестве организованного раствора кислорода в конденсате статистически диссоциированного водорода, а делокализованное положение H^+ в составе OH-группы согласуется с возможностью диффундирования H^+ в электронные оболочки других атомов и ионов. По мере укрепления межмолекулярных водородных связей в структурно организованной воде характерные спектры поглощения в ИК-области излучения изменяются (оценивается полушириной ИК-полос спектров поглощения). Под действием ЭМП полосы поглощения в этих спектрах становятся более узкими. В то же время, при усилении воздействия на воду магнитного поля наблюдались: увеличение скорости химических реакций и кристаллизации растворенных веществ; интенсификация процессов адсорбции; улучшение коагуляции примесей с последующим выпадением их в осадок. {Дело, по-видимому, в том, что магнитное поле, связанное с вектором магнитной индукции (составляющей практически единого тензора ЭМП), переносится фотоном, квантом возбуждения электромагнитного поля (фундаментальным безмассовым бозоном), или виртуальным фотоном (например, во всех случаях статических полей), – и определяет взаимодействие между движущимися заряженными частицами и телами с магнитным моментом} [105].

Минимальный перечень физических характеристик, свойств и ассоциированных с водой процессов

должен включать (*зд*. в произвольном порядке), по крайней мере, следующие:

1) проявления диссимметрийных свойств;

2) фазовые переходы и ассоциированные с ними поля излучения;

3) степень упорядоченности, электронные спектры, твердофазные структуры;

4) вычлененные из двухфазной системы: исходные / конечные компоненты и энергетические характеристики (молекулы, электроны, др.) когерентной и обычной воды; моменты кластеризации и образования упорядоченных / диссипирующих структур с вероятными сцепленными квантовыми полями и супрамолекулярными агрегатами, – продуктами длительного контака воды с гидрофильным полимером;

5) состояния молекулярного хаоса, спонтанной самоорганизации фрактальных структур, энергетического возбуждения и непропорционально сильного отклика на внешнее воздействие;

6) уровень энтропии;

7) характеристики квантово-физических сред, несепарабельных областей;

8) термогравиметрический, масс-спектрометрический и анализ излучениий в ИК-спектрах;

9) вероятную способность запасания в кластерах когерентных доменов (КД) огромного количества энергии по мере ассимиляции небольших, но постоянно подкачиваемых от внешних источников / возмущений порций энергии для последующего формирования состояния коллективного, когерентно-возбужденного состояния молекул в диапазонах видимого света и УФ-областей;

10) использование запасенной в доменах когерентной воды энергии, – для увеличения текучести в живых организмах;

11) усиление рассеивания света в условиях повышенной протонной и электронной проводимостей в воде при действии постоянного тока высокого напряжения;

12) создание условий воспроизведения неионной проводимости в жидкой части воды, организованной в согласованные домены (КД) и надмолекулярные водные агрегаты в виде «водохранилища квазисвободных электронов». Последние, полученные за счет преобразования энергии слабоструктурированной части воды с высокой энтропией, преобразуется в высокоструктурированную воду (соответственно, с противоположными характеристиками). Есть даже предположение, что после ионизации части свободной воды и поглощения энергии фотонов когерентные домены способны к инициации молекулярных превращений (включая образование ковалентных связей) и ряда синтетических процессов;

13) способность делокализованных π-электронов участвовать в процессах аккумулирования и конвертирования солнечной энергии с одной стороны, и

энергообеспечения биологических систем с другой, позволяет биомолекулам обмениваться энергией и зарядами согласованно, – что является косвенным признаком информационно обеспеченной регуляции;

14) динамика колебаний параметров воды коррелирует с таковыми для солнечной активности (внешними событиями космического масштаба);

15) делокализованные π-электроны (двигаясь подобно электронам проводимости в металле [200]), также, – и в зависимости от спени упорядоченности воды, – могут индуцировать импульсный электрический ток с последующим межмолекулярным переносом возбужденного состояния механизмом туннельного эффекта в контактной области между макромолекулами в непроводящих биологических тканях;

16) внешнее ЭМП является необходимым условием образования наноразмерных молекулярных ансамблей («наноассоциатов»), возникающих при процедуре приготовления высокоразбавленных водных растворов (последовательных серийных разбавлений), которые, в свою очередь, формируют необычные (т.н. аномальные) свойства когерентной воды. Заметим, что при воздействии внешнего ЭМП на изучаемый жидкофазный объект регистрация картины свечения ассоциирована с информацией о таких параметрах, которые в классическом спектральном анализе классифицируются в качестве шумовых / хаотических компонент [105].

Здесь можно еще раз остановиться на свойствах π-электронов, способных: а) образовывать делокализованное облако (за счет р-атомных орбиталей); б) воспринимать / отдавать некоторые, но не все кванты энергии фотонов; они обладают более низким пороговым барьером, чем σ-связи (обе ковалентные), образованными s-атомными орбиталями; в) обмениваться энергией и зарядами согласованно (т.е. в порядке информационного и квантово-когерентного обеспечения регуляции, – в том числе, связанной с в.н. несепарабельностью отдельных слоев воды); г) индуцировать импульсный электрический ток посредством межмолекулярного туннельного переноса возбужденного состояния при контакте макромолекул в непроводящих биологических тканях (все это без учета проблемы квантового хаоса) [191].

При рассмотрении облигатных компонент генетического кода, – (*зд.*) по отдельности каждого из пуринов / пиримидинов, имеющих неповторяющиеся гетерокольца оснований, с их таутомерией, каноническими / неканоническими нуклеозидами (различающимися химической структурой, природой и числом π-связей), – оказывается следующее. Двойные π-электронные связи в.н. компонент формируют

индивидуальные комплексы с резонансными квантово-гармоническими осцилляциями (пóлевыми резонирующими структурами) и специфически инвариантными наборами амплитудно / фазочастотных и спектральных характеристик [191]. Эти последние являются зависимыми от: числа π-резонансных структур данного и соседних оснований; расположения атомов кислорода; расстояния и телесного угла между соседними атомами, связанными ковалентной σ-связью. Спектральночастотные характерактеристики гетероциклических кольцевых структур, и в отличие от бензольного кольца, имеют несимметричные распределение электронной плотности и фазо- / амплитудночастотные характеристики. Это может способствовать сохранению, корректировке и передаче информации на уровне отдельных малых (начиная с единичного нуклеотида) и крупных фрагментов нуклеиновых (ДНК / РНК) структур. (Заметим, что в отношении скрытых компонент кодирования генетического кода выше был рассмотрен другой подход, опосредуемый кварк-глюонной иерархической структурой вещества и, в частности, нуклеотидов [157]).

Триплетный код рассмотрен как набор групп фундаментальных индексов, полученных с применением математических моделей и с использованием целого набора понятий, явлений и методов преобразований (см. [191]). Последние включают: плоские / стоячие волны, операторы гильбертовых пространств, многосвязные алгебраические преобразоваяния, системы графов, топологические многообразия (эйлеровы характеристики), комплексные гармонические волновые функции и др. Такие фундаментальные группы канонических индексов являются базисными формами каждого основания и определяют симлексную структуру комплексов оснований нуклеотидов. Каждая группа ассоциирована с динамикой распределения электронной плотности делокализованных π-электронов обобщенной π-системы оснований нуклеоизидов. В межузельном пространстве гетероциклов оснований динамическим пространственным квантовым осциллятором (моделью связанных маятниковых осцилляторов) является двухэлектронное состояние спаренных π-электронов; (хотя это пространство, – не единственное место их локализации). При этом сопряженно взаимодействующие пары гетероциклических оснований делокализованных π-электронов объединены в простейшую систему квантовых осцилляторов входящими в него атомами (четкое появление резонансных структур наблюдают начиная с пятиатомного циклического взаимодействия π-электронов) [191]. Взаимодействие определяется перераспределением электронной плотности как качественно (мезомерным эффектом резонансного сопряжения; и

индуктивным эффектом смещения электронной плотности σ-связи), так и количественно (квантовомеханическими описаниями и расчетами). Внутримолекулярный перенос определяется перераспределением электронной плотности между атомами данной молекулы. Оценивается прямое (с соседними атомами) и непрямое (через одну и более связей) взаимодействие π-элелектронов. Вклад в спектрально-частотные характеристики вносят любые взаимодействия π-элелектронов, т.к., потенциально, они ведут к усложнению взаимодействий и появлению новых резонансных структур [191].

Однако общий принцип кодирования в нуклеотидных цепях понят еще не достаточно. Не ясно, например, назначение т.н. «бессмысленных-областей» / (повторов) в ДНК / РНК, – в отличие от некоторых сайтов / генов, ответственных за определенные отличительные признаки. Повторы в кодирующих / некодирующих цепях формируют мультифрактальные образования с более плотно распределенной информацией в единице объема, дробной размерностью и нечетной повтряемостью. Это увеличивает способность к восстановлению соответствующих структурно-функциональных единиц генов / генома. При этом каждому нуклеотиду, как и их фрактал-подобным сочетаниям (в повторах, сайтах, генах, локусах, проч.), присущи свои неповторимый набор сочетаний фазо-амплитудной частотности и спектральных и резонанс-ассоциированных характеристик. И касается это обеих сопряженных цепей, когда нарушение целостности даже отдельного нуклеотида в части / целой молекуле может вести к лишению присущих этим структурам свойств / функций. Логика представленного подхода ассоциируется с некоторым векторным полем (векторной обобщенной функцией) с соответствующими уравнениями движения и интегральными кривыми. Появляется новая интерпретация существования временно́й периодичности различных процессов в живых организмах, наследственно специфической у конкретных биологических видов [191].

Спектральные характеристики можно использовать при различных биохимических реакциях (например, полимеразной, при считывании ДНК или РНК) с участием отдельных молекул / биомакромолекул и их супрамолекулярных комплексов. Спаривание нуклеотидов оказывается сопряженным с соблюдением т.н. «правила сложения фундаментальных индексов» (см. ниже), в отсутствии которого в спаривание включается некоторый момент неопределенности функционирования («вобблирования») нуклеотидов. Также был сформулирован закон существования / кодирования биологических видов: «физическое кодирование и свойства цепей РНК / ДНК определяются топологическими инвариантами π-систем гетероциклов оснований атомов нуклеозидов и кислорода,

участвующих в образовании и взаимодействии нуклеотидов комплементарных пар». Названные выше, и опосредованные π-электронами, специфические спектральные характеристики нуклеотидов (генов / геномов, их участков, отдельных кодонов, т.е. ДНК / РНК и их фрагментов; то же относится к генам белков / их-фрагментам) могут являться разнородными регуляторными единицами в интактном и возбужденном состояниях. И регуляция может касаться как «быстрых» компонент (т.е. на фоне уже экспрессированных структурных единиц), так и во времени более медленно или отстрочено экспрессирующихся компонент многочисленных биохимических, молекулярно-биологических, молекулярно-генетических (и проч.) реакций при клеточном метаболизме [191].

{{*Коммент. авт*. (выводы): приведенные события, и в контексте гипотетического механизма вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции (вПОТ-механизма), означают, предположительно, возможность функционирования здесь, по крайней мере, двух видов ранее описаных явлений. Первое, – относительно управляемый или хаотичный «фотонный фейерверк» /«скрытый фотонный фейерверк» (могут быть ассоциированы, в частности, с обсуждаемыми здесь специфческими спектральными и фазо-амплитудными характеристиками π-электронов). Второе, – «олигонуклеотидный фейерверк», который также может содержать скрытую компоненту (предположительно, на основе стандартных и нестандартных олигонуклеотидных нуклеиновых эквивалентов эпитопа, олиго-НЭ, – воспроизводимых при функционировании в.н. гипотетического вПОТ-механизма). Причем оба вместе, эти явления могут стоять в основе в.н. и известного феномена формирования коротких и более длинных / сложносоставных повторов как внутри некодирующей, так и кодирующей частей генома. И связано это, по-видимому, с реальным и пока только информационно-логически обосновываемом, но еще недостаточно экспериментально обоснованном / (актуализированном) сосуществованием двух видов динамически формируемых потоков: фотонов (стабильных, программируемых на основе генетичес)ки кодируемых молекул / биомакромолекул, – и их переменных наборов / сочетаний, – и таковых же вПОТ-зависимых олигонуклеотидных (т.е. олиго-НЭ) потоков [6, 7, 20].

Кроме того, биоинформатические исследования повторов показали, что они (хотя существует очень много их разных видов):

а) широко распространены по всему геному эукариот, включая кодирующую / некодирующую его части (и даже у некоторых, но не всех видов прокариот); это

определяет дискретный характер молекулярной эволюции геномов; а доля повторов при обсчете, особенно с уменьшением размеров до 10-15 нуклеотидов и далее, может составлять огромный, вплоть до порядка целого генома, процент [6, 7, 202];

б) могут поддерживаться механизмом их постоянного переноса между нитями в соответствии с т.н. принципом «лингвистической симметрии» внутри одной и между двумя нитями [6, 7, 202];

в) формируются с совсем иными признаками (т.е. без соблюдения в.н. принципа лингвистической симметрии), – в случае искусственно генерируемых случайных / псевдослучайных последовательностей нуклеотидов (касается даже тринуклеотидных / тетрануклеотидных повторов) [192-195];

г) в виде палиндромных повторов играют ключевую роль в большинстве молекулярно-генетических процессов у бактерий, – но и, скорее всего, эукариот [196-199].

Это никак не противоречит представленным выше тезисам о возможном действии в.н. потоков (в виде «фотонного фейерверка» и «олигонуклеотидного фейерверка»). Более того, при формировании рамок генетического кода (включая современный УГК) и самих геномов биологических видов (каждый раз в в.н. рамках), по-видимому, функционируют механизмы конвертации физических разнообразия / реальности (*зд*., по крайней мере, наборов сочетаний пакетов фотонов и функционирования в.н. кварк-иерархической структур и π-электронных систем), – в таковые же биологические (*зд*. наборов сочетаний коротких и более длинных олигонуклеотидных последовательностей, генетический метаболизм которых обеспечивает все разнообразие / специфичность и генетическую ёмкость геномов биологических видов, – включая их кодирующую / некодирующую части [6, 7, 202]). Для установления рамок целого генетического кода, однако, вПОТ-механизма недостаточно. Необходим специальный мехзанизм переноса множеств / подмножеств олиго-НЭ. Это возможно, в том числе, с участием системы Генетической Челночной Обратной Связи, – т.н. и в.н. ГЧОС-системы, функционирующей в поколениях (и за эволюционно значимые сроки). Последняя способна, потенциально, обеспечить перенос в.н. множеств / подмножеств олиго-НЭ между взаимодействующими клетками одного / разных организмов, одного / разных биологических видов, одного / группы сообществ (подробности см. в [6, 7, 20; 1-5, 17, 22])}}.

Вероятные информационные свойства воды

определяются, прежде всего, способностью ее молекул формировать кластеры (особые молекулярно-кристаллические твердофазно-подобные структуры), обволакивать любые растворенные в ней микро- и макродинамические структуры (атомно-молекулярные, наноструктурные, и т.д.), принимать и сохранять геометрию их расположения и имитировать обмен характерными для данного вещества (в частности, гомеопатического) слабыми / сверхслабыми когерентными излучающими сигналами с резонирующими белковыми и иными простыми и комплексными образованиями. Причем, – даже после полного их вытеснения из любых изучаемых типов водного раствора. Заметим, что, скорее, не все сверхслабые взаимодействия (включая благоприятного или патогенного действия) можно зарегистрировать современными приборными методами.

В природе отношения информационного типа, чаще всего, сводятся к таковым в биологических системах. Предполагают, что взаимодействие биомолекул и структурированных кластеров воды может определяться (инициироваться, поддерживаться, прекращаться) в.н. волновыми сигнальными характеристиками при совместном / поочередном создании «шлюзов» переноса сверхмалых порций энергии, вещества и полевых флуктуаций. Происходит это, во-первых, за счет мощных мембран-опосредованных клеточных макроэргических (АТФ, др.) и, во-вторых, собственных триггер-специфических микроэргических процессов. Последние включают: т.н. квантово-запутанные состояния / взаимодействия (см. Приложение-глоссарий З) с носителями внешней информации; взаимодействия с микропотоками внутренней энергии, исходящими от резонирующей фрактально-структурированной воды, в которой генеруются процессы управления с акустической семантикой в клетках и их органеллах [105].

Перенос взаимодействий между указанными объектами / структурами во многом объясняется свойствами воды, – специфическим характером взаимодействий каждого атома кислорода одной молекулы воды, – с водородом другой / соседней одноименной молекулы, – и с последующим образованием т.н. «связных водородных сетей». Суть таких взаимодействий, по-видимому, состоит в эксплуатации системой одновременно как электростатических (при комнатной температуре), так и квантово-механических (в широком диапазоне температур) явлений среди дискретно-ориентированных молекул воды. А импульсное распределение и кинетическая энергия протонов воды клетки,

превышающая значения, полученные методом классической электродинамики, соответствуют тем значениям, которые определяются методами квантовой электродинамики (КЭД), – в условиях бомбардировки их высокоэнергетическими нейтронами, расположенными внутри специальной углеродной нанотрубки (длиной ~2 нм). В результате формируется динамично и когерентно ориентированная суперпозиция особых надмолекулярных свойств воды, – с разными энергетическими состояниями, соответственно, у молекулярных и супрамолекулярных (включая наноструктурные их компоненты) образований. Такие состояния, показано (в отношении воды и не только), существуют у протонов в ранее не наблюдаемом квантовом состоянии, обычно не рассматриваемом классической электростатической моделью, и характерном для внутриклеточной воды, – главном здесь компоненте всех физических, биологических и химических процессов; (масштаб квантовых колебаний отдельных протонов, вдоль водородных связей, составлял 0,01 нм). Образование наноассоциатов диаметром 400-500 нм, ранее неизвестное явление, связывают, в частности, с процедурой приготовления высокоразбавленных водных растворов и последующим серийным их разбавлением молекулами же воды. Процесс детектируется методом динамического светорассеяния (ДСР). В образовании каждого наноассоциата, и при обязательном участии ЭМП, принимают участие более 500 миллионов молекул воды [105].

Приток энергии метаболизма (метаболическая накачка)

К настоящему времени уже давно, и подобно тому, что известно для электронов в сверхпроводящей твердой фазе (при низких температурах), когерентное возбужденное состояние биологических систем связывают с возможной метаболической накачкой, т.е. с притоком т.н. энергии метаболизма порог-определенного уровня. Этот нелинейный процесс, по-видимому, происходит в диполь-организованной и ориентационно взаимодействующей полярной среде, когда, далее, формируется мода (аналогичная моде Фрёлиха) коллективных ансамблевых и однотипных по частоте и фазе низкочастотных колебаний (*зд*. уже при обычных температурах), сформированных в едином гигантском диполе (своеобразного «лазера»). Продольные электромагнитные колебания распространяются на значительные расстояния, не локализуются экранами и создают условия хорошо скоординированной активности в макроскопических областях. Благодаря этому, скорее всего, возможно ежемгновенное синхронное протекание тысяч различных и сложных биохимических / химических реакций, контроль многих нормальных и

патологических биологических процессов (деления клеток, свёртывания крови, формирования различного типа опухолей, и т.д.), – и поддержание необходимой в клетках температуры (тепла). Все это происходит, главным образом, на клеточном уровне, в цитоплазме, содержащей не только супрамолекулярные мембранные, но и таковые же жидко-кристаллические структуры кластеров / доменов воды. Последние влияют на целостное функциональное состояние клеток и ДНК ядра / митохондрий, – при резонансных частотах, близких к таковой у воды, и резонирующих со многими внешними / внутренними (реальными и потенциальными) полевыми влияниями. Заметим, что между состояниями вещества (*зд*. воды), соответствующими кристаллу и жидкости, находится целый ряд промежуточных состояний [105]. Это соответствует, в частности, тому, что показано более 500 фазовых состояний у топологически чувствительных материалов (полупроводниковых изоляторов, металлов), применяемых в электронике, в области сверхпроводников и создаваемых квантовых компьютеров [120-123].

Обычная вода является неоднородной системой, что обнаруживается уже при рассмотрении ее с разрешением в ~1 нм. Она состоит из смеси двух отличающихся по плотности фаз, пребывающих в двух дискретных состояниях: а) «когерентных областей», – т.е. метастабильной фазы, конгломерата распределенных доменов, в которых молекулы взаимодействуют согласованно в пространстве ЭМП и, стабильно сохраняя свои свойства, противодействуют воздействию термических флуктуаций; б) и областей «некогерентной фазы», – т.е. обычной / «классической» воды, окружающей в.н. «когерентные домены»; эта фаза упакована более плотно, расположена вокруг больших метастабильных кластеров и более «близка к газообразному» состоянию [105]. Что касается твердой фазы, – плотность льда на ~9% меньше таковой у воды и он может образовывать до девяти полиморфных кристаллических модификаций с различными кристаллическим решётками, плотностями и температурами их плавления (при различном давлении) [107].

Резервуары «квазисвободных» электронов и источники биофотонов

Согласно современным представлениям «когерентные домены» могут формироваться при интенсивном поглощении фотонов веществом / водой (их субмолекулярными структурами) и последующем возникновении поляризации притяжения между молекулами. Эти домены представляют собой резервуары легко возбуждаемых «квази-свободных» электронов, образующих облака и подобие плазмы,

предположительно превращающейся во вращающийся вокруг «когерентного домена» микровихрь. Далее, при фазовых переходах пар-жидкость, плотность доменов увеличивается, а энергия запасается для создания последующего единого коллективно-возбужденного состояния когерентности. При этом домены могут быть автономными, – или образовывать их взаимодействующие, но не обязательно когерентно-взаимодействующие конгломераты. В возбужденном состоянии образующегося когерентного домена захваченные молекулы воды осциллируют между основным ее состоянием и возбужденным (где электроны, соответственно, тесно связаны или находятся в квази-свободном состоянии), – и частично «делокализуются». Разница в энергии основного и первого возбужденного состояний когерентного домена воды соответствует длине волны фотона мягкого рентгеновского излучения. При поглощении минимальных количеств энергии ассоциированные с молекулами электроны становятся полностью свободными и «когерентная вода» оказывается хорошим восстановителем (в то время, как «некогерентная вода» удерживает электроны прочными связями).

При фазовом переходе, в момент кристаллизации, в веществе с упорядоченной структурой типа расплавлав-кристалл или раствор-кристалл, могут возникать соответствующие полевые излучения. Более того, эти поля могут создавать практически любые изменения структурной упорядоченности вещества, фазовые переходы которого достаточно чувствительны к действию слабых физических полей и могут быть также своеобразными детекторами в клетках, органах, тканях и целых живых организмах. С их помощью зафиксировано влияние техногенных физических полей (электрического, магнитного и электромагнитного) на процессы кристаллизации. В свою очередь, и согласно многочисленным результатам исследований, когерентные домены воды могут быть одним из главных источников биологически активных фотонов (биофотонов), необходимых для нормального функционирования живых организмов. {К тому же, эти последние, и помимо в.н. доменов воды, реально / потенциально: обладают (1) способностью снижать пороговые энергетические барьеры и (2) свойствами формирования многофазных состояний вещества (супра)молекулярных-комплексов / мембран; (3) могут содержать виртуальные частицы / фотоны (в трудноопределяемом состоянии), вероятно способные к участию в редких ядерных (слабых / сильных) взаимодействиях}. Это показано с использованием разнообразных методов: ЯМР, его ПМР-подвида, рефрактометрии, высоко эффективной жидкостной хроматографии, ИК- / лазерной-фемтосекундной спектроскопии, дифракции рентгеновских лучей, и др. Хотя в

скрининговом режиме проводить оценку биологических и квантовых свойств воды (например, в системах экологического мониторинга) достаточно сложно [105].

Качество природной воды

вероятно, зависит как от геологической среды (параметра минерализации), так и от действия сверхслабых теллурических и вихревых полей (полевого параметра), образующих особого типа жидко-кристаллические тетрамерные (суммарно с двенадцатью внутренними водородными связями) и другие структуры с иной кратностью связей, далее объединяемые в кластеры. Формирование вращающихся жидко-вихревых структур, считают, может быть связано с осцилляциями квазисвобных электронов (на частоте порядка нескольких килогерц), – даже в результате простого механического воздействия. Причем незатухающее вращение по согласованным траекториям областей «когерентной воды» может проходить почти без потерь на трение (без диссипации энергии), возникающее в режиме хаотичной динамики столкновений частиц «некогерентной воды», – и длиться не бесконечно, но очень долго (не 10^{-10}-10^{-11} секунды, отведенных возбужденному атому в жидкой фазе, а часы, недели и годы). Если формирующиеся «когерентные домены» воды действительно содержат ~6 миллионов молекул, то спектральное распределение в зоне исключения (ЗИ=ZE) оказывается широким, включает видимую / УФ-области и способствует запасанию больших количеств энергии (что фиксируется рентгеновской пленкой при газоразрядном ГРВ-кирлиан-эффекте) [105].

Считается, что аномальные свойства воды не могут быть объяснены на основе только классической модели воды как гомогенной фазы. В области низкой плотности воды («когерентной») молекулы образуют водородные связи льдоподобной структуры. А в более высокоплотных областях между молекулами воды имеются значительные искажения тетраэдрически «правильных» их форм [105]. Молекулярный уровень организации среднестатистических молекул воды связывают с трехмерной сетью сначала случайно, а затем компактно распределенных водородных связей. Эта сеть тяготеет к образованию рыхлой тетраэдрической конфигурации, когда ближайшие соседи молекул воды в основном располагаются в вершинах трехгранных пирамид, объединяемых в некую сверхструктуру (во льду сложная трехмерная сверхструктура из тетраэдров простирается на весь объем). Такая структура также характерна и для части молекул льда, – причем в центре, иногда, может находиться пятая молекула воды.

Образованию тетраэдрической конфигурации способствуют два фактора: а) угол Н-О-Н молекулы H_2O почти равен идеальному тетраэдрическому углу в 109°; б) молекулы воды объединяются водородными связями именно в направлении О-Н. Рыхлая в.н. структура льда имеет много пустот, которые: а) легко вмещают атомы по крайней мере одной молекулы воды; б) окружены и сами окружают шесть молекул воды, образующих сплошные микроскопические каналы. На основе шестиугольников можно выстроить бесконечное число различных замкнутых многоугольников / фигур с числом сторон кратным шести (гексагональных структур). Молекулярная структура льда сформирована зигзагообразными слоями, в которых каждая отдельная молекула связана с тремя молекулами своего слоя и одной молекулой соседнего слоя. Количество соседей легко измеряется РСА-методом и определяет координационное число структуры. Сеть водородных связей превращает молекулярную структуру льда в рыхлую конструкцию с большим количеством пустот. Общая топология всей сети водородных связей воды чрезвычайно изменчива и разнообразна. Однако, локальная сохранность тетраэдрических структур наюлюдается и при больших давлениях [107].

Исследования структуры льда и льдоподобной структуры воды

как и разработки и рассчеты многочисленных им посвященных теорий (например, «клатратных гидратов», «значащих кристаллоподобных структур», «льдоподобных роёв», «мономеров и гексагональной решётки», и др.), длились долго, продолжаются до настоящего времени и полны, каждая, тех или иных противоречивых данных. В итоге было установлено, что одна из двух основных временных характеристик, период колебаний отдельной молекулы вокруг своего положения равновесия (τ_υ), в обеих фазах достаточно близки по своим значениям (вблизи ~10^{-13} сек). Другая характеристика, среднее время существования данного локального окружения молекулы воды (τ_D), различается сильно, – на ~6 порядков (~10^{-5} для льда и ~10^{-11} для воды) [107]. Это означает, что прежде чем перескочить в новое положение, молекула воды испытает стократное, как бы хаотическое колебание в данном локальном окружении, которое называют М-структурой соответствующих отдельных точек; (заметим, что броуновское движение твердых частиц, скоплений молекул вещества, косвенно свидетельствует об аналогичном движении самих молекул воды). А регулярное расположение / пребывание таких М-структурных точек в воде, и после перескока молекулы в новое положение с

более или менее упорядоченным окружением, формирует т.н. К-структуру (колебательного их усредненная). М- и К-структуры воды и льда подобны. Отличия между ними, тем не менее, наблюдают при много большем чем τ_D интервале времени, возникающем в условиях образования т.н. Д-структур. Последние являются параметром полного статистического усреднения ансамбля молекул, определяющего термодинамические свойства воды и наблюдаемым результатом диффузионных усреднений К-структур [107].

В отличие от льдоподобной структуры, молекулы разупорядоченной части воды упакованы более плотно и соединены водородными связями стандартно. Изменение структуры воды, и при действии внешних полей или примесей, сопровождается сдвигом структурного равновесия в ту или иную сторону. Особенности водородных связей позволяют долгоживущим микрообластям льдоподобых структур возникать и исчезать здесь периодически (это т.н. мерцающие группы). Плавление и распад этих структур возможны при затрате энергий, много меньших энергии водородных связей. В целом, вода – сложная комплексная система, состоящая из структурированных фрагментов, окруженных свободными молекулами (не связанных структурой водородных связей жестко) и отдельными протонами и гидроксилами [105].

Координационные числа молекул жидкой воды и молекул воды льда

Данные зависимости диэлектрических свойств жидкой воды от температуры (*зд*. при 25°С) позволили установить, что ~67% молекул сохраняют четыре водородные связи, ~23,2% по три, ~7,6% по две водородные связи, – и только ~0,2% молекул остаются полностью свободными. В среднем / упрощенно, каждую молекулу жидкой воды окружает 4,4 других таких же молекул: чаще координационное число равно четырем, реже – пяти / шести молекулам (и др.); координационное число молекул воды льда равно 4. Последнее, факт существования пяти / шести Н-связей, предполагает возможность растяжения и искривления водородных связей (показано методом РСА), которые в этом случае оказываются сильно напряженными. С другой стороны, это позволяет использовать внутреннюю энергию связей на «адаптацию» молекул воды (после перескока) к новому окружению с себеподобными и другими молекулами. Процесс состоит в том, что плавление льда сопровождается не искажением, а перестройкой структуры, при которой разрушается дальний порядок льда, но молекулярная

кристаллоподобная конструкция сохраняется внутри небольших областей. Это ведет к увеличению плотности локальных структур. Каждая молекула воды может образовывать до четырех водородных связей с одноименными соседями и, благодаря этому, с меньшими энергетическими затратами вступать в кооперативное взаимодействие. Детали процесса изучены на примере аналогичных тетраэдрических конструкций у различных кристаллических состояний кремнезема SiO_2 (тридимита и кварца). Последние имеют одинаковые химический состав и молекулярные структуры. Плотность кварца, однако, на ~10% больше таковой у тридимита, – за счет меньших расстояний между слоистыми структурами не в первых, а во вторых координационных сферах [107].

Льдоподобные структуры воды

Не обладай вода описанной здесь молекулярной структурой, каждая ее молекула была бы окружена не менее чем шестью другими / соседними, как при любой плотной упаковке. А плотность воды была бы не 1 г/см^3, а 1,8 г/см^3. Однако близкого приближения к этому значению не наблюдают ни при каких температурах. Объясняется это тем, что в жидкой воде реально существует молекулярная структура, схожая с таковой для льда, которая удерживает молекулы воды от сплошной плотной упаковки. А начинается все с организации связей между атомами водорода и кислорода. В каждой молекуле воды кислород связан с двумя «своими» атомами водорода ковалентно, и с двумя «чужими» атомами водорода соседних молекул воды, – водородными связями на линии между кислородами (O-O). Деление атомов водорода на «свой» / «чужой» условно, т.к. ни один из них не фиксирован на своем / одном месте жестко. Каждый атом водорода точно знает только свою (O-O)-связь, пребывая почти равное время вблизи то «своего», то «чужого» атома кислорода (химически это выглядит как: O-H....O ↔ O....H-O). В силу этого лед обладает довольно высокой электропроводностью (т.е. является слабым диэлектриком), когда перескоки атомов водорода становятся более направленными. Между атомами кислорода, наоборот, расстояние практически всегда составлет величину постоянную (2,76 Å). Структура реального льда содержит т.н. бьёррумовские дефекты двух видов: а) L-дефект, когда на линии O-O нет ни одного атома водорода; б) и D-дефект, когда на линии O-O находятся два атома водорода. Эти дефектные области, – потенциальные переносчики бóльшей энергии, чем таковые без дефектов. Поэтому они имеют свойство мигрировать (*зд*. по структуре льда) подобно тому, как это происходит в случае

разнозаряженных частиц при электрон-дырочной проводимости у полупроводников. Кроме того, одноименным зарядам (*зд*. дефектам) свойственно отталкиваться, а различным, – притягиваться и, взаимокомпенсируясь, аннигилировать. Однако, концентрация бьёррумовских дефектов у льда минимальна (один на 2,5 миллиона молекул), – а у воды она играет существенную роль, т.к. возрастает в 25 тысяч раз (один дефект на 100 молекул) [107].

В процессе нагревания талой воды до 4°С молекулы формируют более компактные / доминирующие структуры. Далее же, – преобладает процесс обычного термического расширения. Вода не оказывается морем полностью свободных молекул, в котором более или менее редко плавают крупные фрагменты ледяных структур (т.н. «айсберги»). Описание молекулярной структуры воды производится различными спектроскопическими методами (рентгеновским, ЯМР, диэлектрической релаксации, комбинационного рассеяния нейтронов, др.), имеющими различное характерное время разрешения [107].

Интересно, что: а) в реальной воде, по-видимому, существует широкий и непрерывный спектр различных молекулярных структур; б) практически в любом объеме воды всегда найдется по крайней мере одна сплошная цепочка из водородных связей, пронизывающая весь объем воды (у воды хорошая проводимость); в) хотя вода, как и любая жидкость, обладает свойством текучести, она, тем не менее, и при соответствующем временном масштабе рассмотрения, обладает структурой, – и даже не одной, а несколькими; г) каким-то образом структура льда сохраняется и в структуре самой воды («память воды»), – но не других жидкостей. Последнее, по-видимому, связано с тем, что молекулы воды удерживаются в структурах (гексагональных, др.) воды / льда более сильными и строго направленными в пространстве водородными связями (также незаменимыми и в двунитевых ДНК-, РНК-, и ДНК / РНК-структурах), – по сравнению с таковыми при ван-дер-ваальсовых и электростатических взаимодействиях. Кроме того, именно лед, а не вода, широко представлен в составе огромного количества космических тел (астероидов, метеоритов, планет, др.), – всех вместе сыгравших вполне определенную, и вероятно не малую, роль в развитии жизни на Земле [107].

Некоторые фотон-опосредованные феномены

В основе обменных внутри- / межклеточных процессов организмов лежат химические / биохимические (и др.) реакции, связанные с перегруппировкой обычно электронейтральных атомов (включая стабильные и нестабильные изотопы / радионуклиды) и перераспределением в них электронов, вращающихся вокруг ядра (с нуклонами, – положительно заряженными протонами и нейтральными нейтронами) и, условно, своей собственной оси (характеризуется спином). Масса электрона (~9,11•10^{-31} кг) от массы нуклонов, условно, составляет: а) ~1840 часть протона (~1,6726•10^{-27} кг); б) и 1839 часть от массы нейтрона (~1,6749•10^{-27} кг). Ядро занимает одну стотысячную долю, но содержит более 99,9% массы атома, которая чуть меньше суммы масс составляющих его протонов и нейтронов (из-за явления дефекта массы). Нуклоны имеют сравнимые, хотя и плохо определенные размеры (~2,5•10^{-15} м), и состоят из элементарных частиц кварков (с зарядом +2⁄3 или −1⁄3 от элементарного), которые вместе с лептонами (обе частицы – фермионы) являются одной из основных составляющих материи. Разница масс и заряженности протонов и нейтронов обусловлена разным кварковым составом (первые соджержат 2 u-кварка и один d-кварк, а вторые наоборот), а связанность самих кварков определяется сильными ядерными взаимодействиями посредством бозонов-глюонов.

Электроны

Электроны (их пары с обратными полуцелыми спинами) функционируют следующим образом:

а) заполняют и движутся по шарообразной S-(*sharp*), гантелеобразной P-(*principal*) и имеющим более сложную форму D-(*diffuse*), F-(*fundamental*) (и др.) орбиталям (перечислены в порядке отдаления от ядра / протонов, к которым они испытывают убывающее энергетическое притяжение). Буквенные обозначения атомных орбиталей произошли от описания спектральных линий в атомных спектрах. Орбитали (т.е. зависимости координаты электрона от времени), − уравнения гармонических колебаний, отражающие вращение частицы по всем доступным степеням свободы: орбитальное вращение, его спин-направленность, др. На каждой орбитали может быть не более двух электронов, отличающихся значением / знаком спинового квантового числа (принцип

Паули для фермионов). Существуют правила заполнения электронами орбиталей одного уровня (определяется правилом Клечковского) и в пределах одного подуровня (определяется Правилом Хунда). Так, например, второй уровень состоит из двух подуровней (2s и 2p), третий – из трёх (3s, 3p и 3d), четвертый – из четырех подуровней (4s, 4p, 4d, 4f). На s-подуровне только одна орбиталь, на p-подуровне три, на d-подуровне пять, а на f-подуровне – 7 орбиталей. На каждом уровне / подуровне может разместиться только определенное количество электронов (а на каждой орбитали, – не более одного / двух электронов, запрет Паули). Но число подуровней и орбиталей на удаленных уровнях постоянно увеличивается (на n-м уровне помещается в сумме n^2 различных орбиталей, а электронов, – вдвое больше, $2n^2$). Гибридизация орбиталей представляется синхронизированной интерференцией колебаний. Краткая запись распределения электронов в атоме по различным электронным оболочкам атома с учётом их главного (n) и орбитального (l) квантовых чисел записывается как электронная конфигурация атома;

б) стремятся занять положение с минимальным уровнем энергии (ближе к ядру).

{{*Коммент. авт.* (выводы): здесь важно учитывать, что в клетке / организме функционируют как соединения, атомы которых имеют малый молекулярный вес и ограниченное число электронных уровней / подуровней / орбиталей (т.е. относительно простые наборы электрон-орбитальных структур), – так и более сложные, сложноорганизованные и супрамолекулярные белок-мелаллофермент-содержащие комплексы и их части (и др.). В состав последних, помимо вышеназванных, входят также и атомы тяжелых элементов (со много более широким разнообразием в.н. электрон-орбитальных структур). А это неминуемо создает уникальную возможность резкого возрастания числа и усложнения сочетаний / наборов фотонов, характеризующих основные, промежуточные и возбужденные состояния перехода электронов атомов в.н. соединений, структур и комплексов (в т.н. «момент переключений», ассоциированный, в частности, с разными вариантами / аспектами феномена «фотоннный фейерверк»). Причем данные характеристики (*зд.*), – чисто качественные, и без учета виртуальных компонент}}.

Каждый электрон описывается четырьмя квантовыми параметрами (орбитальным, магнитным, спиновым и электронным числами), изменения которых характеризуют энергетическое (отчасти информационное) состояние как электрона, так и атома в целом. Внутренняя энергия молекулы {$E_м = E_{эл} + E_{кол} + E_{вр}$; указаны в порядке убывания энергии (на порядок и более)} включает три квантованных / дискретных компоненты: энергию

движения электронов в атоме ($E_{эл}$), энергию колебательного движения атомов ($E_{кол}$) в молекуле и энергию вращательного движения ($E_{вр}$) самой молекулы, имеющей индивидуальное сочетание электронных, колебательных и вращательных уровней. Многие комбинации пар уровней запрещены квантовомеханическими правилами отбора и не проявляются в процессах поглощения / испускания света. В элементарных химических актах должно соблюдаться квантовомеханическое правило сохранения спина (правило Вигнера), согласно которому суммарные начальное и конечное состояния спинов системы одинаковы. В противном случае переходы между такими состояниями маловероятны, а выход в виде хемилюминесценции ($Q_{хл}$) низкий [41, 95].

Отступление 11. Хемилюминесценция

Хемилюминесценция формирует свечение (слабое / сверхслабое), которое вызывается, в частности, некоторыми химическими реакциями, сопровождающимися выделением больших количеств энергии в жидких растворах и твердых образцах тканей (содержащих клетки) животных и человека. Эти реакции можно активировать, усилить или ослабить соответствующими химическими агентами (соответственно, активаторами / энхансерами и ингибиторами / антиоксидантами), указывающими на определенность типа поддерживаемых в системе химических процессов. Как правило, реакции происходят в результате взаимодействия свободных радикалов липидов (прежде всего их ненасыщенных жирнокислотных компонент, ассоциированных с цепными реакциями), кислорода (АФК различных клеток, – прежде всего фагоцитов: гранулоцитов, моноцитов / макрофагов) или окиси азота, – а также с участием перекисей. Все реакции со свободными радикалами, которые нельзя ни выделить ни «почистить», сопровождаются слабым свечением (хемилюминесценцией, ХЛ), которое, как раз, можно измерить [96, 98].

Различают три вида ХЛ: собственную люминесценцию (определяют с помощью малошумных ФЭУ и хемилюминометров, прямо или через подключенный к компьютеру интерфейс), активированную люминесценцию (внешним источником или агентом) и биолюминесценцию (БЛ). В зависимости от действия физических факторов, – ионизирующей радиации, УФ / видимого-света, электрического тока, ультразвука и сил трения, – различают, соответственно, следующие виды свечения / люминесценции свободных радикалов: радиохеми-, фотохеми-, электрохеми-, соно- и триболюминесцентный ее типы. Низкая интенсивность свечения в биологических

системах объясняется, по крайней мере, тремя причинами: 1) перераспределением электронов молекул и свободных радикалов при их взаимодействии (прежде всего, при подготовке / прохождении ОВР); много более часто это приводит к заполнению не наиболее возбудимых верхних, а более устойчивых нижних электронных уровней (т.е. доля возбужденных молекул / радикалов мала, а заполнение нижних электронных уровней преобладает и ведет к запасанию энергии); 2) низкой концентрацией, лимитирующей скорость химических реакций с участием высокоактивных радикалов. {{*Коммент. авт.* (выводы): и то и то, однако, может быть поводом для участия во множестве метаболических (химических, биохимических, молекулярно-генетических, и т.д.) и регуляторных процессах, ассоциированных, в частности, с гипотетическими: а) феноменом («фотонный фейерверк», «скрытый фотонный фейерверк»); б) и вПОТ-механизмом (при воспроизводстве олиго-НЭ)}}; 3) предпочтительным переносом энергии возбужденных молекул / радикалов на тепловые, а не излучательные процессы [96, 200] (в ряду множества процессов преобразования энергии существует реальная / потенциально небольшая доля безызлучательного ее переноса, возможно с участием т.н. «скрытого фотонного фейерверка», когда энергия выделяется не в виде излучения, а переходит, в частности, в колебательную энергию кристаллической решетки)}}.

Таким образом, общий квантовый выход хемилюминесценции {$Q_{хл} \approx 10^{-8}$-10^{-10}; число фотонов на все (возбужденные / невозбужденные) молекулы}, например, перекисных радикалов, определяется суперпозицией (произведением) двух квантовых выходов: а) низкого квантового выхода образования возбужденных молекул продукта ($Q_{возб} \approx 10^{-4}$-10^{-5}; доля возбужденных молекул среди всех молекул); б) и низкого квантового выхода люминесценции ($Q_{люм} \approx 10^{-4}$-10^{-5}; число фотонов на одну возбужденную молекулу). Квантовый выход ХЛ можно увеличить, если использовать химические активаторы ХЛ (хемилюминогенные зонды) и физические активаторы ХЛ (сенсибилизаторы). Первые (например, люминол и люцигенин), вступая в химическую реакцию с АФК или свободными радикалами иной природы, усложняют / разветвляют ход реакции и ведут к появлению и взаимодействию свободнорадикальных форм этих соединений и повышенному образованию электронвозбужденных продуктов реакции, способных к высвечиванию с высокоинтенсивным квантовым выходом. Вторые, хотя в химические реакции не вступают, но многократно (на 3-4 порядка) усиливают интенсивность ХЛ (квантовый выход) за счет процесса переноса энергии с

активированного продукта реакции на активируемый / возбуждаемый сенсибилизатор, который высвечивает дополнительный квант с гораздо большей энергией [96].

В настоящее время в клинической практике и диагностике, и при исследовании цельной / плазмы крови пациентов с заболеваниями различной степени тяжести, активированная хемилюминесценция разработана много более эффективно и сопоставимо со значениями липидного состава плазмы крови, антиоксидантов (и т.д.), чем не активированная собственная, имеющая, обычно, значительно более низкий показатель интенсивности свечения. Активация обеспечивалась веществами, усиливающими свечение на порядки (это красители, комплексы редкоземельных металлов, ионы двухвалентного железа, перекись водорода, и др.). Среди в.н. заболеваний, – и инфаркт миокарда, при котором в моче пациента обнаруживают хорошо светящийся гем-содержащий миоглобин (в присутствии H_2O_2 и люминола в щелочной среде). Гем-содержащим ферментом является и каталаза, разрушающая H_2O_2 без образования радикалов, – в частности, на поверхности раневого экссудата. Здесь же присутствуют пероксидаза, другие гем-содержащие белки и ионы железа, катализирующие распад перекиси с образованием радикалов, о количестве и характеристиках которых, по мере заживления раны, можно судить оценивая ХЛ [96, 97].

С другой стороны, и собственная / сверхслабая хемилюминесценция ($Q_{хл} \approx 10^{-8}$) эффективно эксплуатируется, – при исследованиях механизма быстропротекающих / сложных разветвленных и многоэтапных цепных реакций и измерении количественных показателей (концентраций) липидных радикалов при перекисном окислении липидов (ПОЛ) в мембранах и в липопротеинах плазмы крови (такая ХЛ также касается взаимодействующих АФК, например, пары гипохлорит / перекись). Скорость ПОЛ, по мере расширения разветвленности, нарастает. В этом случае интенсивность свечения соразмерна скорости образования фотонов. А ПОЛ, и сама по себе вносящая бóльшую долю в ХЛ цепных реакций органических молекул клетки, особенно в присутствии Fe^{2+} или гем-содержащих белков, и включая кислый-фосфолипид-связанный цитохром-с (внутренней мт-мембраны), может специфически, и с ~1500-кратной эффективностью, вычленяться из групп реакций с участием супероксида / гидроксил-радикала с помощью производных гетероциклического соединения кумарина. Последние возбуждаются молекулами пероксилипидных радикалов ($LOO^{\bullet}$), взаимодействующих в процессе образования слабо люминесцирующих кетон-содержащих ($L = O^{\bullet}$) возбужденных молекул липида, переносящих, далее, возбуждение на ярко люминесцирующий кумариновый

активатор. Появлению ($LOO^{\bullet}$)-радикалов способствовали радикалы ($L^{\bullet}$) и ($LO^{\bullet}$) в присутствии кислорода и предварительный процесс внутримолекулярного, а не межмолекулярного, как при фотоионизации, разделения электронов. А среди промежуточных продуктов реакции присутствовали тетроксидные и бирадикальные соединения. Гидроксил-радикал (ÓH), образующийся из постоянно присутствующей в небольших количествах в клетке перекиси водорода (и при наличии металлов переменной валентности или геминовых соединений H_2O_2, хорошо фиксируемых люминолом), способен вызывать мутации, инактивировать ферменты и повреждать биологические мембраны [96-98].

Так, например, в в.н. фагоцитах (прежде всего, но не только), их мембранах, идут реакции превращения (окисления) НАДФН в $НАДФ^+$ и последовательно-разветвленной выработки: а) супероксид-радикалов, $Ó_2^-$ (с участием НАДФН-оксидазы), гипохлорит-анионов, ClO^- (с участием миелопероксидазы) и гипохлорит / гидроксил-радикалов, ClO^- / ÓH (с участием металлов переменной валентности, в частности $Fe^{2+,3+}$); б) перекиси водорода, H_2O_2. Некоторые из реакций с участием в.н. радикалов (супероксида, гидроксила), H_2O_2 и ClO^- сопровождаются образованием синглет-возбужденного кислорода, с последующим переходом его в основное триплетное состояние, – и с испусканием квантов хемилюминесценции (в инфракрасной области, 1270 нм). Часть «синглетов» образуют возбужденные димеры (т.н. эксимеры), – и хемилюминесцируют также (но другими, – квантами видимого света, с длинами волн в 635, 580 и 535 нм) [96, 97]. {В целом, различные типы ХЛ фагоцитирующих клеток связывают, например, с процессами: вхождения в клетку ионов Ca^{2+} (с последующим каскадом внутриклеточных реакций и выделением цитомембраной нейтрофилов супероксид-радикалов, $Ó_2^-$); взаимодействия с вариантами токсичной / нетоксичной пыли (а также с резким выбросом перитониальными макрофагами в.н. супреоксид-радикалов $Ó_2^-$); появления в организме некротических и очагов воспаления, а также иммунных / аллергенных комплексов [200]}.

В перечисленных процессах могут принимать участие реакции как цепного окисления липидов (1) {в том числе, при слабом свечении в клетках / плазме-крови в результате реакции диспропорционирования пероксидных $RÓ_2$-радикалов в возбужденную, R^*, и основную, ROH, формы липидов [200]}, – так и ассоциированные с пероксинитритом (2). В первом случае активация ХЛ мембранных структур клеток / тканей и липопротеинов крови связана с цепной реакцией свободных радикалов липидов ($L^{\bullet}$) и пероксилипидов ($LOO^{\bullet}$), взаимодействующих с радикалами кислорода и друг с

другом. Здесь также образуются молекулы кетонов, электронвозбужденных кислородов (возвращающихся в основное состояние), – и испускаются кванты энергии, характерные для различных свободнорадикальных реакций (в области 420-520, 540, 640 и 1270 нм). Интенсивность хемилюминесценции ($J_{хл}$) зависит от концентрации и скоростей реакций соответствующих пероксилипидных радикалов ($J_{хл} = Q_{хл}k[LOO^{\bullet}]^2$, где k – константа скорости реакции взаимодействия радикалов) и может быть оценена кинетически, в каждый данный момент времени. Меру хемилюминесценции могут регулировать природные антиоксиданты (например, токоферол / витамин-Е). Во втором случае, супертоксичный пероксинитрит-анион ($ONOO^-$) образуется из т.н. первичных радикалов, – окиси азота, NO (с участием NO-синтазы) и супероксид-аниона, $\acute{O}_2^-$; (вторичными называют радикалы гидроксила и липидов). Окись азота, – хорошо растворимый и высоко реакционноспособный (в виде NÓ-радикала) газ. Он присутствует в крови (показана его роль в расслаблении / дилатации сосудов, и др.) и выделяется многими типами клеток (показано его ХЛ в присутствии озона в газовой фазе), – и используется для метаболических и регуляторных целей. Свечение тканей и органов вызывается взаимодействием пероксинитрита с белком и специфически зависит от их состояния, и состояния целого организма (норма / патология).

Образующийся «букет» свободных радикалов используется фагоцитами (и, в меньшей степени, другими клетками) для нейтрализации поврежденных собственных и чужеродных клеток (включая микроорганизмы, грибы, др.). При воспалении в фагоцитах активируются реакции, связанные с образованием АФК / пероксидов, а в норме, – с окисью азота. При хемилюминесцентном иммунном анализе используют в различной степени меченые антигены / субстраты или антитела с соответствующими люминесцирующими метками (низкомолекулярными соединениями, структурно близкими люминолу или люцигенину) в присутствии H_2O_2 и катализатора (пероксидазы, др.). О концентрации в.н. исходных и конечных компонент (включая синглетные, возбужденные состояния и сэндвичные структуры), и в зависимости от задачи, судят по соотношению интенсивностей их ХЛ. {{*Коммент. авт.* (выводы): перечисленные «букеты» радикалов специфически различаются у разных типов клеток, выполняя, одновременно, метаболические, сигнальные и «защитные» функции в клетках соответствующих тканей и иммунной системы}}.

В целом, и по настоящий момент, считают, что свечение, чаще, отражает процессы, ход высоко- и низкоэнергетических (био)химических реакций, – скорее вредных для

организма, т.к. образующиеся свободные радикалы способны повреждать значительную часть низкомолекулярных соединений и круциально важных биомакромолекул (включая белки, ДНК / РНК, липиды, и т.д.), разрушать клеточные структуры и являются причиной и участниками многих вновь появляющихся и хронических (включая воспалительные) заболеваний и патологических состояний [96, 98].

{{*Коммент. авт.* (выводы): в целом, однако, необходимо учитывать, что без локальных / дистантных преобразований в движении электронов и / или фотонов не обходится подавляющее большинство типов (если не все) молекулярных / атомных взаимодействий (химических, физических, физико-химических, биохимических, биофизических, молекулярно-биологических, др.; в том числе, в системно-биологических процессах: воспаления, воспроизводства АФК, молекулярного узнавания, митогенетического излучения, окисления / восстановления, и т.д.) в клетках и организме. Причем фотоны, в частности хемилюминесценции и фотосинтетические (не считая важнейщего момента оказания ими значительного влияния на в.н. процессы формирования структурированной воды), – и в контексте эксплуатации гипотетического вПОТ-механизма воспроизводства олиго-НЭ (и связанных с ним механизмов ВНП-передачи / ГЧОС-системы), – вероятно способны также опосредовать продолжающиеся процессы как формирования геномов клеток (разных биологических видов), так и самого генетического кода на разных его стадиях: от в.н. кодов-предшественников, – до современного УГК целого генофонда биосферы.

В этой работе (и на сайте автора www.amdeich-var-reverse-translation.ru) описаны, по крайне мере, три необходимых составляющих этого процесса (кратко и упрощенно): вПОТ-механизм (1), общий ЭЛП (2), – в мембранах хлоропластов / (митохондрий); а также эволюционно-длительно / перманентно действующий механизм обмена фрагментами нуклеиновых последовательностей посредством в.н. ГЧОС-системы (см. выше / ниже). В целом, пути преобразований и относительно замкнутые потоки фотонов и возбужденных электронов могут системно участвовать (и участвуют) в процессах функционирования и формирования метаболических (включая генетические, биохимические, молекулярно-биологические, иммунологические, и т.д.) и клеточно-организменных «биокомпьютер-подобных» компонент биосистем с элементами самонастройки. Последние могут обеспечиваться стационарно присутствующими и динамически сменяемыми потоками наборов / пакетов фотонов, – в частности, при множестве типов химических связей (гидрофобных, водородных, ионных, стекинг,

гидрофильных, диполь-дипольных, ковалентных, донорно-акцепторных, ван-дер-ваальсовых, лондоновских сил дисперсионного рассеяния, и т.д.), сформированных и формирующихся в функционально активных областях и активных центрах взаимодействующих (био)(макро)молекул [1-22, 28, 40, 105, 106, 111, 202]}}.

Электроны разных веществ

Понижение в.н. квантового выхода может происходить и вследствие конкурирующих с хемилюминесценцией возбужденной молекулы процессами: дезактивации тушителями (к которым, в частности, относятся полярные молекулы воды в качестве растворителя [200]), внутренней дезактивации, переноса энергии. При этом равновесие с окружающей средой устанавливается постепенно, – и за разное время для каждого из видов движений (электронов, колебаний атомов, вращений целых молекул) и переноса энергии. Это равновесие характеризуется индивидуальным вкладом каждого из в.н. видов движений в конечную, часто более высокую, чем в эксперименте, температуру объекта (хотя и высокая и низкая хемилюминесции, как минимум, могут нести информационно-регуляторную нагрузку) [41, 95].

У каждого вещества, – характерная система энергетических подуровней, поэтому излучения разных длин волн испускаются и поглощаются по-разному. Отсюда видно, что энергетически различные кванты энергии, при их поглощении / выделении, могут активировать только определенные уровни энергии, соответствующие одному или нескольким их видам. Так, например, радиоволны СВЧ-диапазона и дальний ИК-свет возбуждают переходы лишь между вращательными уровнями. К близкому ИК-свету чувствительны колебательный и вращательный уровни. Кванты видимого и УФ-света могут активировать все три вида переходов: между электронными, колебательными и вращательными уровнями.

Типы электронных переходов, фотонных поглощений и атомные орбитали

Такие переходы могут быть:

1) безызлучательными (и расходоваться на тепло, вступление в химическую реакцию, передачу / миграцию энергии в процессе взаимодействия возбужденных молекул с окружающими их молекулами, др.);

2) промежуточными, т.е. излучательно-безызлучательными {отчасти это касается, в частности, энергии возбуждающего излучения при фотолюминесценции, которая переходит как в энергию испускаемого излучения, так и в энергию колебательного, вращательного и поступательного движений (тепловую энергию; с понижением уровней / подуровней электронов), – то есть в энергию частично безызлучательной релаксации атомов / молекул, электроны которых повысили свой энергетический уровень};

3) излучательными, что сопровождается спонтанно-вынужденной люминесценцией [41, 200].

Для последней справедливы: а) правило Стокса: спектры флуоресценции / фосфоресценции сдвинуты в сторону больших длин волн относительно спектра поглощения того же вещества (второй закон термодинамики: переход энергии из одной формы в другую сопровождается рассеиванием энергии в виде тепла); б) спектр возбуждения и интенсивность люминесценции зависят от длины волны возбуждающего или поглощаемого света [41].

В целом, после поглощения света и образования электронвозбужденного состояния, энергия возбуждения молекул вещества, помимо излучения, может переходить в колебание, вращение и поступательное движение этих молекул, т.е. энергию термической деградации, безызлучательно / порциями выделяемой в виде тепла окружающей среде. Часть энергии используется в химических реакциях (например, изомеризации хромофора в зрительном пурпуре) [93]. {{*Коммент. авт.* (выводы): участие света в биохимических / метаболических и прочих реакциях клетки более сложно и может быть опосредовано «наработкой» продукта вПОТ-механизма, – олиго-НЭ, олигонуклеотидных нуклеиновых последовательностей, в свою очередь (и подобно малым РНК) способных участвовать в позитивной / негативной регуляции экспрессии генома и необходимых для в.н. реакций генов соответствующих белков / ферментов}}.

Химические свойства атомов определяются строением их наружной орбитали:

а) числом спаренных электронов с противоположными спинами (суммарный спиновый момент равен нулю; основное синглетное состояние);

но, прежде всего, активными неспаренными электронами:

б) единичными, образующими монорадикалы (например, свободный гидроксил, метил; спин равен «+/−» 1/2);

в) или двумя неспаренными электронами, образующими бирадикал, например, молекулу кислорода (триплетное состояние, с набором спинов «+»1, «−»1, 0).

Заметим, что состояние является синглетным, когда суммарный спин равен нулю в результате того, что при заданном значении орбитального момента существует только одно возможное значение полного момента. И состояние является триплетным, когда суммарный спин равен единице, имея при этом три возможных проекции вдоль вектора орбитального момента: «+»1 , 0 и «−»1, – и при в.н. заданных значениях [155].

Электроны взаимодействуют друг с другом с образованием ковалентных связей между атомами новых молекул. Характерными свойствами ковалентной (простой полярной / неполярной), донорно-акцепторной и семиполярной типов связей являются направленность, насыщаемость, полярность и поляризуемость. Ковалентный тип связи между атомами обусловлен одновременным / совместным обладанием ими электронами. У металлов электроны более свободны. При ионном типе связи атомы становятся катионом или анионом. В некоторых молекулах ковалентные связи образуются не парой электронов (как обычно), а одним или тремя электронами. Энергетические потенциалы дипольных или ионных связей меньше таковых для ковалентных внутримолекулярных связей. Энергия электронов одноименных орбиталей не является постоянной, но изменяется при переходе от более легких к более тяжелым атомам (т.е. одноименные орбитали таких атомов не являются равнозначными). Одновременно, между приближенными и отдаленными от ядра электронами (их орбиталями) действуют конкурирующие силы, соответственно, притяжения электронов (к ядру) и отталкивания их (друг от друга).

Поглощение или излучение фотонов атомом (свободным, или в составе молекулы) ведет к переходу электронов, соответственно, на более высокий или более низкий орбитальный уровень, – и, соответственно, к возбужденному состоянию запасания или расходования энергии. Атомная орбиталь, – лишь наиболее вероятная область локализации электрона в атоме, отрицательно заряженное «облако» электронов, находящихся в одном из условно стационарных состояний (относится, как минимум, к энергетически более низко расположенной связывающей / обобществленной и, особенно, разрыхляющей орбиталям). Также, атомная орбиталь, – это одноэлектронная волновая функция, рассчитанная по модели волнового уравнения Шрёдингера для электрона, находящегося в самосогласованном со всеми остальными электронами поле ядра, и описывающая движение волны в трехмерном пространстве. Уравнение позволяет рассчитать не траекторию движения электрона внутри атома, а, согласно принципу неопределенности Гейзенберга для микрочастиц, вероятность нахождения (до ~95%)

электрон-волны в той или иной точке пространства вокруг ядра в любой момент времени. Связано это с погрешностью измерения состояния электрона (его местоположения, скорости, направления движения, и т.д.), отражающего световую волну, энергия которой сопоставима с таковой для самого электрона. Общность с планетарной моделью Бора (*зд*.), – только в существовании определенных уровней, подуровней и орбиталей (модель обладает неплохой предсказательной силой в отношении химических свойств атомов и молекул) [41, 42].

При интенсивном излучении (по крайней мере, внешнем; хотя аналогии возможны и для процессов, ассоциированных с внутренними источниками), электрон атома / молекулы, меняя одно связное состояние на другое, может поглотить не один, а два фотона (т.н. двухфотонное поглощение из одного монохроматического пучка). В этом случае вероятность поглощения одного фотона больше, и пропорциональна интенсивности, – а двух фотонов меньше, и пропорциональна квадрату интенсивности возбуждающего света [89]. При индуцированных электромагнитным излучением взаимодействиях между почти облигатно связанными средой и веществом в одном элементарном акте происходят и процессы многофотонного поглощения / испускания (включая двух- / трех- / более-сложных комбинированных типов). Этот процесс связан с последовательными переходами фотонов по лестнице квантовых уровней в рамках применения квантовомеханической «теории возмущений», отражающей нарастающий резонансный характер / функцию этих ассоциированных со многими фотонами событий в различных фотофизических и фотохимических процессах. Однако, вероятность протекания в.н. процессов и интенсивность излучения в атомах / молекулах биологических систем много меньше таковых при применении лазерного излучения и в отношении однофотонного поглощения [90, 91]. Тем не менее, не исключено, что значений абсолютных величин означенных параметров может оказаться достаточно для многоступенчатого резонансного возбуждения (МРВ) и протекания здесь связанных с ними локальных и фотон-ассоциированных регуляторных процессов в живой клетке и ее компартменах. Хотя МРВ, – более чувствительно к резонансу по промежуточным уровням комбинаций частот при однофотонных квантовых переходах. Тем не менее, для всех этих процессов / систем более важными могут оказаться не в.н. процессы сами по себе, а их способность к быстрому / синхронному переключению [90, 91]. {{*Коммент. авт.* (выводы): подобные анализ ситуации и вывод (относительно важности в.н. «переключений»), но в отношении других параметров (различных типов химических

взаимодейсвий), были сделаны в работе «Генетический код: взаимодействие аминокислот белков (фрагментов, пептидов) в соответствии с различными правилами, принципами, кодами. Правило исключений» [15]}}.

При этом возможны варианты:

(1) случай дискретных спектров состояний атома / молекулы / иона может быть результатом многофотонной ионизации в поле конкретных электромагнитных волн, – и при поглощении двух и более фотонов в нелинейном и непороговом, по отношению к интенсивности излучения, процессе приближения к состоянию резонанаса;

(2) случай непрерывного спектра колебательных состояний атома был результатом поглощения нескольких десятков ИК-фотонов при многофотонной ИК-фотодиссоциации (например, в отношении многоатомных молекул BCl_3, SF_6, UF_6, обладающих большим числом колебательных степеней свободы). Многоатомным молекулам в возбужденном колебательном состоянии свойственны внутри- и межмодовый ангармонизм, стохастизация колебательной энергии, образование квазиконтинуума колебательных состояний и внутри- / межмолекулярная релаксация возбуждения;

(3) наконец, это также могут быть фотоизомеризация и другие превращения.

Причем в случае (1) электронные переходы разрешены для чётных, а в случае (2) – нечетных состояний. Правила отбора фотонов при многофотонном поглощении (например, в дипольном приближении для двух-фотонных переходов, спектры которых имеют только p-экситонные линии) определяются составным матричным элементом и не совпадают с таковым для однофотонного поглощения (ассоциированного с s-экситонными линиями спектра). Эти характеристики, т.е. иные правила отбора при многофотонном поглощении, представляют собой новую / специфическую информацию о веществе, отсутствующую в спектрах однофотонного поглощения. Скорость многофотонного поглощения, однако, может резко возрасти, если хотя бы одна из частот излучения приблизится к резонансной (за счет перехода в промежуточное состояние) или осуществится промежуточный многофотонный резонанс. Распространение излучения при многофотонном поглощении описывается системой нелинейных уравнений для амплитуд (интенсивностей) отдельных потоков фотонов. Многофотонное поглощение зависит от поляризации излучения составным матричным элементом (в изотропно / анизотропно преломляющих средах) и увеличивается с ростом интенсивности падающего излучения. В последнем случае вещества, прозрачные для слабых потоков излучения данной частоты, сначала могут оказаться сильно поглощающими. Однако, с дальнейшим ростом

интенсивности многофотонного поглощения, наступает состояние его насыщения с последущим эффектом «просветления» вещества.

При определенных условиях, например, в поле коротких импульсов, длительность которых меньше времени релаксации квантового перехода между задействоваными уровнями, многофотонное поглощение проявляет нестационарные когерентные эффекты. Среди них такие, как: затухание свободной поляризации; колебания в заселённости различных уровней энергии данного вещества при его взаимодействии с сильным резонансным ЭМП в процессах поглощения / испускания оптического излучения (оптическая нутация); самоиндуцированная прозрачность, и др. Регистрация многофотонного поглощения возможна с участием ряда методов (фотоионизации атомов / молекул с уже возбуждёнными уровнями; многофотонной фотопроводимости; др.). В настоящее время приборные методы определения многофотонного поглощения применяются / используются: в квантовой электронике; в нелинейной оптике; в фотохимии; для оптической / фотонной накачки лазерных сред; для определения времени коротких световых импульсов, лазерного разделения изотопов селективным воздействием на атомы / молекулы; методами нелинейной спектроскопии (при исследовании: квантовых переходов в атомах / молекулах; методами энергетических спектров возбуждений в полупроводниках); и др. [90, 91].

{{*Коммент. авт*. (выводы): таким образом, предполагаемые явления «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк», ассоциированные с воспроизводством олигонуклеотидных последовательностей (олиго-НЭ) при мембран-опосредованном гипотетическом вПОТ-механизме, могут быть связаны с накоплением / переходом / рассеиванием расходуемой на тепло, химические реакции (др.) энергии колебательного, вращательного и поступательного движений атомов и молекул, содержащих различные химические связи (ковалентные, донорно-акцепторные, др.) и резонансные, в том числе многоступенчатые, состояния, в синглетном (спин 0) / триплетном (спин 1) состоянии, при одно- / двух- / многофотонном захватах в результате различных фотофизических и фотохимических процессов и типов безызлучательных, излучательных и промежуточных переходов спаренных / неспаренных электронов с орбиталей различных уровней / подуровней (энергетически неравнозначных даже у одноименных орбиталей неодинаковых атомов), находящихся в возбужденном состоянии в поле конкурирующих сил притяжения электронов (к ядру) и отталкивания (друг от друга)}}.

Когерентные состояния (в частности, спин-опосредованные) связаны с различными элементарными / квазиэлементарными частицами

В биологических системах в.н. и ассоциированные с электронами процессы могут / должны зависеть как от структурных особенностей самих атомов / молекул, так и связанных с ними количественных / качественных характеристик абсорбируемых (поглощаемых) и испускаемых ими сочетаний индивидуальных / наборов квантов энергии [41, 42]. Последние сохраняют исходный режим или подвергаются динамическим преобразованиям при поддержании своих когерентных состояний (в частности, спин-согласованных). Элементарные / квазиэлементарные частицы являются носителями спинов. Полуцелые спины (½, др.) характерны для фермионов {барионных протонов / нейтронов (состоящих из разноокрашенных / разнозаряженных кварков); а также лептонов (электронов, мюонов, тау-лептонов, нейтрино) и дырок (квазичастиц в полупроводнике)}. Это базовые кирпичики наблюдаемой нами материи. Интересно в контексте будущих разработок следующее: одни частицы (кварки) участвуют в трех типах взаимодействий (сильном, слабом, электромагнитном); другие (лептоны), – в двух (слабом, электромагнитном). Целые спины характерны для бозонов: 1) «безмассовых» фотонов (ЭМ-взаимодействия); 2) глюонов (сильное взаимодействие); 3) бозонов $W^{\pm}$, Z (слабое взаимодействие) и очень тяжелого бозона Хиггса (у всех бозонов спин равен 1; у бозона Хиггса 0); 4) полугипотетического гравитона (гравитационные волны, однако, недавно зарегистрированы [120]; спин равен 2). Каждая из этих четырех типов частиц-бозонов вступает в отдельный тип взаимодействия: соответственно, в электромагнитное, сильное, слабое и гравитационное. В то же время, одни из в.н. фермионов (кварки) участвуют в трех, а другие (лептоны) – в двух типах взаимодействий [44, 45].

Существование спина связано с описанием относительно нового квантовомеханического явления взаимодействия обменного типа в системах с тождественно взаимодействующими частицами (аналогии в классической механике не имеются). В целом, спин – собственный момент импульса: а) элементарных частиц (имеет квантовую природу, не связан со способностью к перемещению; не инвариантен в отношении направления перемещения); б) а также ядра и самих атомов; определяется векторной суммой спинов элементарных частиц и орбитальных моментов частиц, обусловленных их движением внутри системы. Волновая функция элементарной частицы усложняется с ростом ее спина и может быть: а) однокомпонентным скаляром (спин равен нулю, 0: бозон Хиггса, др.); б) двухкомпонентным спинором (получисленные спины: ½ –

электрон, протон, нейтрон, нейтрино, др.; 1½ – спин-векторные частицы Ω-гиперон, Δ-резонансы); в) четырёхкомпонентным вектором (спин равен единице, 1: фотон, W- и Z-бозоны, др.); и г) шестикомпонентным тензором (спин равен двум, 2: гравитон, тензорные мезоны). Вектор спина может менять свое направление (например, при преобразовании Лоренца). Кроме того, в отношении некоторых элементарных частиц наблюдается эффект нарушения изотопической инвариантности спина (*зд*. касается адронов: протонов / / нейтронов, имеющих индивидуальные число зарядовых состояний и проекцию изоспина, но равные абсолютные значения изоспинов легчайших их составляющих, – u- и d-кварков) [86, 87].

Это связано с процессами, обусловленными не сильным взаимодействием, где эффект сохраняется, а двумя другими: а) слабым, где преобладает бета-распад радиоактивных ядер (с излучением рождающихся в момент распада электронов / антинейтрино и превращением одного из нейтронов в протон; ранее это показано методом вторичного квантования, примененного в отношении фотонов; см. ниже); б) и электромагнитным {(а) и (б) объединяются в теории электрослабых взаимодействий}. При этом, когда проекция изотопического спина равна «+»1/2, нуклон является протоном, а когда «–»1/2, – нейтроном. Интересно, что электроны во многом схожи с мюонами (обе частицы участвуют во всех, кроме сильного, типах взаимодействий [163]), которые, в частности, могут быть захвачены атомным ядром в процессе, аналогичном обратному бета-распаду [86, 87].

А слабое фундаментальное взаимодействие, в свою очередь:

а) позволяет фундаментальным фермионам обмениваться энергией, массой, электрическим зарядом и квантовыми числами, – т.е. превращаться друг в друга (при зеркальном отражении законы, которым подчиняются слабые процессы, меняют четность системы). Это происходит с участием квантов калибровочных полей, – векторных бозонов-переносчиков W^+, W^- (при формировании т.н. заряженного слабого тока); и Z^0-бозона, формирующего т.н. нейтральный слабый ток, который не вел к изменению заряда, а сама частица изменялась в рамках одноименного типа. Превращение происходит «чрезвычайно медленно», со скоростью 10^{-10} сек, что соответствует интенсивности на ~11 порядков меньшей таковой для электромагнитных процессов, 10^{-21} сек; и с «очень малым» радиусом действия в $2 \cdot 10^{-18}$ м (что меньше размера ядра в ~1000 раз; частота таких процессов изучена недостаточно). К в.н. фермионам относят: а) лептоны, т.е. электроны / позитроны, тау-лептоны, мюоны и нейтрино (последние участвуют не только

в слабых, но и гравитационных взаимодействиях; причем характеризуются максимальной длиной свободного пробега в веществе); б) а также условно бесструктурные, но заряд-несущие кварки, входящие в состав адронов и, в связанном виде, присутствующие в протонах / нейтронах и их античастицах, имеющих противоположные квантовые числа. Это взаимодействие ответственно, по крайней мере, за: 1) прямые / обратные процессы бета-распада атомных ядер (в процессе вторичного квантования, схожего с таковым для фотонов, и при рождении ядром частиц, вылетающих / поглощаемых атомом; касается испускания электрона и электронного антинейтрино, – с одновременным превращением одного из нейтронов в протон); 2) слабые распады элементарных частиц при ядерных реакциях синтеза и при распаде массивных частиц на более лёгкие (интенсивность слабых распадов резко падает с уменьшением энергии частиц); 3) нарушение закона сохранения пространственной, зарядовой и комбинированной чётности (CP-инвариантности), зависимого от соотношения направлений спина частиц (или античастиц) и импульса, – что усиливалось обнаружением лептонов / кварков новых поколений (тау-лептона и b-кварка). Слабым данный тип взаимодействия называют из-за много меньшей его интенсивности по сравнению с таковой для сильного и электромагнитного взаимодействий. Слабое и электромагнитное взаимодействия вместе составляют единое электрослабое взаимодействие (в случае частиц высоких энергий интенсивность слабого взаимодействия может резко возрастать);

б) ассоциировано только с левыми частицами и правыми античастицами, спин которых направлен противоположно импульсу (т.е. *зд*., в отличие от других сил взаимодействия, вероятно, имеет место отклонение от закона сохранения не только пространственной, но и комбинированной пространственно-зарядовой чётности [130], т.е. принципа CP-инвариантности, разрабатываемого в теории космологии при попытке объяснить преобладание материи над антиматерией в нашей Вселенной). Слабое взаимодействие имеет важное значение, в частности, в качестве основного источника энергии термоядерной реакции звезд (включая Солнце, где синтез гелия-4 из четырёх протонов сопровождается испусканием двух пар позитрон / нейтрино), образования / взрывов сверхновых, пульсаров и др. [86, 87].

Спиновое эхо

Динамические осциллирующие преобразования спинов элементарных / квазиэлементарных частиц, как и атомов / молекул некоторых компонент вещества в.н. биологических систем, ассоциированы с феноменом спинового эха. Он отражает возникновение спонтанного повторно индуцируемого сигнала в виде сложной циклически повторяющейся траектории отсроченного движения {прецессии / (фазировки)} и пространственного квантования направления магнитных моментов в.н. частиц вслед за спонтанным возникновением сигналов ядерного магнитного и / или электронного парамагнитного резонансов (регистрируемых, соответственно, ЯМР / ЭПР-методами). Многоимпульсная когерентность сигнала позволяет повысить чувствительность и разрешающую способность ЯМР-спектроскопии на несколько порядков. Индукция происходит после приема образцом вещества неоднократных импульсов (в частности, радиочастотного линейно поляризованного магнитного поля в условиях ядерного магнитного резонанса) в постоянном магнитном поле. В системе с внутренними локальными полями полного и независимого от времени восстановления сигнала свободной индукции спинового эха не происходит. Кроме того, спиновым эхом сопровождается повторяющийся процесс фазировки / расфазировки спинов (смены частоты прецессии магнитного момента) в импульс-генерируемом неоднородном магнитном поле с вращающейся системой координат. Полное затухание в.н. прецессии также возможно, т.к., например, ядерные спины зависят от разных локальных магнитных полей с различающимися частотами прецессии. Другими словами, это связано с двойным наложением неоднородного внешнего поля на внутренние, в свою очередь, накладываемыми друг на друга магнитными и ядерными полями атомов. Явления, аналогичные спиновому эху (известны, в частности, фотонное, поляризационное, фононное эхо; др.), характерны для систем, обладающих дискретным набором квантовых энергетических уровней, неоднородно уширенных статическими случайными полями и резонансными частотами. Они являются следствием динамики квантовых переходов в среде в обозначенных условиях. В условиях в.н. неоднородного уширения макроскопическая поляризация обратимо затухает еще до релаксации когерентного возбуждения отдельных осцилляторов и формируется в эхо-импульс поляризации среды. Также, феномен был подтвержден теоретически (на основе уравнений Блоха) [84, 85, 86]. {{*Коммент авт*. (выводы): такие преобразования, можно думать, имеют отношение к

одной из информационных составляющих феноменов «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк», ассоциированных с гипотетическим вПОТ-механизмом}}.

Отступление 12. Различные квантовые среды

Интересно, замечено, что в постоянном магнитном поле некоторые типы генераторов (например, отечественные ТСМ-030, ТСМ-021; люстра Чижевского) провоцируют излучения:

а) обладающие нетепловой / неэлектромагнитной компонентой, гипотетическим спиновым потоком;

б) порождаемые вращающимися телами;

в) устойчиво, но с недостаточной повторяемостью улавливаемые ферромагнетик-чувствительным конденсаторным датчиком (на основе высокопроницаемой керамики) [175].

Эту высокопроникающую компоненту, предсказанную ранее, фиксируют как в случае излучений, так и при действии фронтальной / обратной сторон светодиодных источников, оказывающих, соответственно, стимулирующее / подавляющее влияние на жизнедеятельность клеток и организмов в системе с регулируемым источником ЭДС, позволяющим ввести ее в режим автоколебаний с резко повышенным отношением сигнал / шум. Названные выше излучения генерировались гелий-неоновым лазером при сенсорном воздействии на:

а) электродную систему токового детектора двойных электрических слоев (ДЭС);

б) детекторы полупроводниковых интегральных микросхем, ИМС, чувствительных к (p-n / n-p) переходам, – функционально-структурных элементов ИМС.

Кроме того, неэлектромагнитная компонента: i) возникала на границе раздела двух фаз, которые спадали с расстоянием градиентов вещества и зарядов, и зависели от воздействия таких физических факторов, как звук, ультразвук, температура, интенсивность внешних спиновых полей, тепло (и др.); ii) распространялась перечисленными источниками, ЭМ-волной; iii) по-видимому, обладает способностью преодолевать (после порогового расстояния в ~3 м) без затухания экраны различной природы, оказывать описанные ниже биологические эффекты (включая терапевтические, противовоспалительные, подобные лекарственным и др.) {подробности в [182, 183]}. Одновременно, продолжаются попытки создания и применения новых технологий

использования квантовых генераторов синхронизации свойств, более эффективного сжигания топлива (угля / газа; апробировано: в Познаньском университете, Польша, и на электростанции «Рыбник», Россия), оценки качества материалов / (вещества), деформации эквипотенциальной фазовой поверхности (в том числе, на основе своеобразных томографов состояния поверхностной оболочки человека, т.н. фазоаурометров ИГА-1) и состояния геопатогенных зон [176, 180, 181]. В этом случае апеллируют к следующим в разной степени разработанным и полугипотетическим принципам: т.н. когерентности коллективных квантовых взаимодействий физических структур, квантовой телепортации (между в.н. частицами одной квантовой макро- или микро-системы в «запутанном» состоянии; *зд*. на расстояния в 240 км), активации т.н. «спинового поля», осцилляции ядерных спинов, генерации сигналов «химической накачки» за счет радиочастотного эмитирования химических реакций, и др. [176].

Данный подход также касается: квантовой телепортации свойств лекарственных средств (фармпрепаратов) и возможного ее влияния на некоторые медицинские показатели (геммаглютинацию, иммуностимуляцию, выживаемость животных после получения ими смертельной дозы облучения); технологий квантовых компьютеров; кристаллизации солей водных растворов; потенциально возможных способов управления электрохимическими процесами (на границе раздела металл-электролит) и обработки расплавов металлов, приобретающих новые качество / структурированность (высокоуглеродистость, легкоплавкость, экономичность) [176, 181]. Эффект вращающихся электрических полей, связь электромагнетизма (изначальная основа которого, – покоящийся / движущийся заряд, квант) и вращения (основа – спин) можно пытаться оценить с помощью специального аппарата (SEVA) фиксации такого вращения. Этот прибор (как и в.н. ИГА-1 [180]) используется для определения, в частности, полей подземных вод, точек разломов, др. Согласно предположению и анализу опытных данных, специфика вращающегося поля, содержащего электромагнитную и неэлектромагнитную компонеты, позволяет ему вносить, по крайней мере, локальные искажения в систему пространство / время, – что расширяет и одновременно усложняет понимание некоторых физических / биофизических процессов. В этом случае принцип неопределенности оказывается функцией произведения двух неопределенностей: энергии и времени. Причем вращение усиливает неопределенность энергии, – одновременно, уменьшая таковую для времени, ход которого, как-будто, замедляется [178]. Такой подход к вращению, к его слабой, но длительно воздействующей неэлектромагнитной компоненте вращающегося

объекта, – (а это, между тем, касалось также и явления вибрации [184]), – в свою очередь, ассоциирован с проблемой / фиксацией радиоактивного распада. Последний регистрировался, в частности, при β-распаде радиоактивных ядер (воспроизведено в Томском Государственном Университете) и был возможен только при определенном влиянии в.н. энергетически слабой компоненты на фундаментальные типы взаимодействий (сильное, слабое, электромагнитное; которые, по-видимому, являются разными формами т.н. «эфира» [184]). По-видимому, такой сигналлинг вряд ли можно считать слабым, по крайней мере, в информационном смысле [179].

Кроме того, в контексте данного подхода необходимо учесть опыты и построенные на них гипотезы / теорию астрофизика Н.А. Козырева (и некоторых его отечественных и зарубежных последователей). Еще в 30-40-х годах прошлого века последние осознали важность таких факторов, как: а) вращение (его не одинаковое направление в разных полушариях Земли в соответствии с «эффектом Кориолиса»); б) вибрация (а также: потряхивание, нагревание / охлаждение, изменение агрегатного состояния, вязкости вещества; любых процессов, участвующих в разрушении физических объектов; географического и сезонно-климатических факторов, и др.). Все это связано с т.н. проблемой идентификации полной энергии «эфира» / вакуума, поставленной еще до перехода к началу ее решения в рамках современного подхода, именуемого термином «квантовая среда» [184]. К настоящему времени кое-что в наследии ученого, по-видимому, переосмыслено, но, согласно такому взгляду, все жизненные формы, в дополнение к обычным способам приобретения энергии (таким как еда, питье, дыхание, фотоситез) могут «изымать» энергию также и из тогда «невидимого / неидентифицированного», но появившегося в раннеформируемой Вселенной источника со спиралевидным направлением энергетического потока. Причем более мощно это происходит вблизи полюсов (особенно Северного, более приближенного к центру гравитации Земли), – по сравнению с экваториальными областями. Дело, по-видимому, в том, что фиксация в «околополюсных» областях обнаруживает не только мощную коллективную магнитную, но и обсуждаемую неэлектромагнитную компоненту с правосторонним вращением на северном полюсе и левосторонним вращением на южном. Впоследствии сложный спиралевидный паттерн реализовывается, по крайней мере: а) в спиралевидно расширяющихся структурах / пропорциях растений, насекомых, животных и людей; б) в орбитальных паттернах Земли и Солнечной системы. При таком подходе гравитация и в.н. неэлектромагнитная компонента вращающихся объектов / источников,

обе вездесущие, оказываются сдвоенными (подобно электричеству и магнетизму в ЭМП). Первая проявляется как результат / сила-стремления объекта двигаться в пространстве прямолинейно и является формой «эфирной энергии», непрерывно втекающей в объект. Вторая является квантованной по наблюдаемому эффекту (малой по абсолютной величине, трудноповторяемой) и интерпретируется как плавающее искривленно-вращающееся «полотно» пространства-времени со спиралевидным движением, когда, например, звезды действуют в режиме «машин, преобразующих т.н. “поток времени” в тепло и свет» (а не только благодаря термоядерным реакциям) [184].

Признано, что пространство, окружающее Землю, возможно Галактику (*зд*. [184]), обладает правосторонним вращением (когда энергия, проходя через физический вакуум, вынуждена вращаться по часовой стрелке). Обладающие спином элементарные частицы, например, электрон, в современных терминах можно назвать право- или левосторонними. А все атомы и молекулы сохраняют разные степени равновесия между правосторонним и левосторонним спинами. Неэлектромагнитная компонента, считают, на ~30 порядков слабее даже энергии гравитации, которая, в свою очередь, на ~40 порядков слабее ЭМП. Однако, кроме статической составляющей (безызлучательной и существующей только в пространстве, много меньшем атома) определяют также и динамическую составляющую этой компоненты, обладающую неким эффектом запоминания и структурирования соответствующих объектов (в частности, воды), – в случае, если в.н. вращающийся источник, и в любой форме, энергию испускает, – или обладает более чем одной формой движения одновременно. Это ведет к распространению данной компоненты в пространстве, не исключено, со скоростью, сравнимой или превышающей скорость света, когда в в.н. «потоке времени», определяемом специальным детектором (помехи / конкуренцию за «энергетический субстрат» которому могут оказывать, в частности, растительные организмы), – как показатель «плотности времени». {Этот показатель характеризует непрерывный процесс свертки / развертки пространства, избегающего непрерывного и повсеместного роста энтропии, т.е. тепловой смерти}. Именно этот смысл вкладывается в понятия «физический вакуум», «энергия нулевой точки» и «эфир» во Вселенной, время в которой не распространяется (хотя бы и со скоростью света), а появляется везде сразу, и которая на ось времени проецируется одной точкой, – без противоречий с теорией относительности (т.к. эти теории работают в разных системах отсчета) [184].

Фотонное эхо

Фотонное эхо испускаемое, в частности, средой по окончании последовательного воздействия на неё интенсивных коротких импульсов резонансного / (светового) ЭМП, представляет собой когерентное коротко-импульсное же излучение и обусловлено восстановлением фазового согласования между отдельными излучателями. Это касалось (*зд*.) формируемого тремя импульсами стимулированного фотонного эха (ФЭ). Существует несколько типов ФЭ: обычное, стимулированное, многократное, и т.д. Сигнал ФЭ (его волновой вектор), в отличие от спинового, испускается в строго определённых направлениях. При этом первый импульс возбуждает / поляризует среду, т.е. атомы переходят в возбужденное когерентное состояние связанных по фазе элементарных диполей. Амплитуда такой наведенной / резонансной макроскопической поляризации среды постепенно уменьшается из-за: 1) процессов необратимой релаксации и потери когерентного состояния при возбуждении отдельными излучателями; 2) нарастающей расфазировки колебаний диполей, имеющих различные собственные частоты. После второго импульса поляризация преобразуется в разность заселенностей (плотностей числа частиц в нижних и верхних состояниях), фазы осцилляторов изменяют знак, а расфазировка («веерный» расклад импульс-векторов Блоха) сменяется фазировкой. При последней прецессия в.н. векторов приводит к свёртыванию «веера» и одинаковой их ориентации (т.е. полной фазировке атомных излучателей). Третий импульс усиливает обратное преобразование с изменением знака фаз осцилляторов. Последние вновь оказываются сфазированными, формируется эхо-импульс когерентного излучения, интенсивность которого пропорциональна квадрату числа излучателей (особенность эффектов коллективного испускания) и экспоненциально уменьшается при действии процессов необратимой релаксации. Форма огибающей импульсов первичного эха в одном предельном случае является временным фурье-образом спектрального распределения его собственных частот. В другом случае возбужденная среда «запоминает» форму этого импульса и воспроизводит в виде т.н. обращённого эха, когда второй импульс имеет вид стоячей волны. На форму огибающей импульсов может влиять структура энергетических уровней, расщепление которых ведет к соответствующей модуляции огибающей эха. Характер поляризации после действия возбуждающих импульсов (1), и таковой для эхо-излучения (2), взаимозависимы и определяются типом квантового перехода в веществе.

Фотонное эхо проявляется и при многофотонном возбуждении квантовых переходов, когда определенная комбинация частот падающих импульсов совпадает с собственными частотами соответствующих квантовых переходов. Формирующийся в этом случае макроскопический эхо-отклик среды, однако, может оказаться неизлучающим (безызлучательным) вследствие т.н. правил отбора (порядка заполнения электронных уровней**;** и при использовании пробного дополнительного излучения, в поле которого вовлекается процесс параметрического смешения частот на регистрируемый эхо-отклик). Фотонное эхо часто свызывают: (1) с возбуждением среды, вызванным соответствующей последовательностью коротких лазерных импульсов; (2) с переключением частот квантового перехода короткими импульсами электростатического поля с одновременной подстройкой на частоту перехода в резонанс с непрерывным лазерным излучением (эффект Штарка). Применение фотонного эха многообразно. Оно используется для измерения / исследований: времён релаксации (в нелинейной спектроскопии); тонкой / сверхтонкой структур квантовых уровней энергии; идентификации типов квантовых переходов; динамической голографии; в системах: оптической обработки информации, оперативной памяти в оптических компьютерах, и др. [88]. {{см. *Коммент авт*. (выводы), сделанные в подглавках «хемилюминесценция», «спиновое эхо», «типы электронных переходов, фотонных поглощений и атомные орбитали», и др. }}.

Преобразования фотонных множеств и атомно-молекулярные структуры

Можно ожидать, что само по себе потенциально возможное разнообразие индивидуальных право- и левополяризованных фотонов, отличающихся по уровню энергии, должно быть «достаточно» большим, или «очень» большим. Тем более, что в результате взаимодействия элементарных / квазиэлементарных частиц возникает вторичное квантование [46], во-первых. Кроме того, в клетке с бóльшей / меньшей частотой встречается практически каждый / большинство элементов таблицы Менделеева, среди которых имеются и более тяжелые элементы, электроны которых формируют многоэлектронные уровни, сложноорганизованные орбиты и обладают дополнительной вариативностью и сочетаемостью их квантовых чисел, во-вторых [43]. Еще много большим, и с учетом огромного / разнообразного множества функционирующих в клетке атомов, молекул / их-комплексов, надмолекулярных структур, может быть число вариантов сочетаний в.н. пакетов / наборов фотонов. Последние имеют различные

энергетические / частотные, спин / спираль-направленные (и др.) характеристики уровня когерентности, – присущие, впрочем, и некоторым другим элементарным / иным частицам. В чем-то сходной аналогией может быть резко увеличенное (на несколько порядков) число структурно более сложных биологических видов эукариот (включая одно / много-клеточные организмы), – по сравнению с таковым для прокариот. {Хотя, заметим, многоклеточные колонии последних, промежуточный тип, отчасти схожи с эукариотами, во-первых. А ареалы обитания бактериальных / архебактериальных специализированных одноклеточных организмов во всех природных стихиях, – много более разнообразны и интенсивны по сравнению с таковыми для эукариот, во-вторых [104]}.

Выше названных множеств фотонов, однако, должно быть достаточно для обеспечения в клетке всего многообразия атомно / молекулярно / надмолекулярных / других взаимодействий, опосредуемых, прежде всего, электромагнитным и, возможно, иными полями. Только необходимо учесть, что при образовании из атомов молекул (и из молекул надмолекулярных / супрамолекулярных комплексов) значительно увеличивается: а) число колебательных / вращательных энергетических подуровней / орбиталей электронов (спектры поглощения / испускания становятся значительно более размытыми); б) затраты на тепло; в) сложность электронных переходов. Другими словами, из-за расщепления электронных уровней на колебательные и вращательные подуровни (с очень быстрыми, за 10^{-13}-10^{-12} сек, потерями на тепло), в том числе, из-за взаимодействия молекул с растворителем (и образования гидратированных «шуб»), количество энергетических переходов молекул значительно возрастает, – и это требует адакватного способа регуляции. Молекулярные спектры из линейчатых (характерных для веществ с высокой избирательностью поглощения и ограниченным количеством энергетических переходов) превращаются в сплошные, − но с характерными максимумами поглощения. Это также может вести к существенному увеличению возможных сочетаний взаимодействующих индивидуальных и наборов / пакетов фотонов, ассоциированных с в.н. процессами.

Появление элементарных частиц после точки сингулярности, т.е. в промежуток времени между т.н. «эпохой Планка», ~10^{-43} сек (гравитационное взаимодействие отделяется от остальных фундаментальных взаимодействий; температура ~10^{32} ºК; плотность ~10^{93} г/см³; радиус действия неограничен) и «концом инфляционной стадии» неоднородного расширения Вселенной (~10^{-10} сек) более чем значительно предшествовало

аналогичному периоду появления реальных / целых атомов (~400 тыс. лет) и, тем более, молекул / биомакромолекул (миллиарды лет). За инфляционной стадией следовали стадии появления кварков / электронов (~10^{-6} сек), формирования кварк-глюонной плазмы и протонов / нейтронов (~10^{-5} сек). Но еще до возраста в ~300 тысяч лет Вселенная, и согласно стандартной модели, представляла собой кипящий котел с электронами, протонами, нейтрино и излучением (фотонами), которые между собой взаимодействовали, составляя единую, равномерно заполненную среду ранней Вселенной. Расширение Вселенной вело к постепенному охлаждению среды, формированию стабильных атомов (при падении температуры до нескольких тысяч градусов) и падению интенсивности излучения / фотонов. Шли процессы бариогенеза, аннигиляции асимметрично / предпочтительно образующейся материи на антиматерии с образованием вторичного излучения (фотонов), образования физических сил, элементарных частиц в их современной форме и эпоха нуклеосинтеза (объединения протонов с нейтронами). Дальнейшие падение температуры и расширение известной нам Вселенной привели к доминированию гравитации, смещению процессов равновесной протон-электронной ионизации в сторону рекомбинации, образованию атомов водорода и появлению у материи прозрачности (к некоторым типам частиц). Так формировалось изотропное, т.е. равномерно распространяющееся во всех направлениях реликтовое излучение (открытое в СВЧ-диапазоне), интенсивность которого была равна таковой для абсолютно черного тела. Оно, сглаживая неоднородности, равномерно заполняет все пространство и характеризует природу тепла, оставшегося от Большого Взрыва. Тем не менее, после инфляции возникли мизерные изменения в плотности материи ранней Вселенной, оставившие столь же малые отпечатки температурных колебаний от точки к точке пространства [170].

Отступление 13. Гигантские космологические объекты против абсолютной изотропности Вселенной

Кроме того, в понимании современной концепции Вселенной, рожденной в процессе Большого взрыва и обладающей реликтовым излучением (т.е. изотропией), произошли некоторые изменения. Были обнаружены гигантские космологические объекты (галактическая система «Громадная группа квазаров», вторая по масштабам, 2012

г.; и «Великая Стена Геркулеса Северной Короны», 2013 год), которые возникли позже точки сингулярности, в условиях гравитационной неустойчивости. Размеры объектов оказались превосходящими таковые для известной Вселенной в несколько раз. Это поставило под сомнение ранее принятую модель Вселенной. Требуемое ускоренное в.н. расширение оказалось возможным объяснить невидимой, и с необычными свойствами субстанцией, названной темной энергией (материя и темная материя составляют вместе только ~30% всего, что есть во Вселенной; все остальное, ~70%, приходится на долю темной энергии). Но в отношении названных размеров объектов дело обстоит иначе: они не согласуются с представлением об изотропии / однородности Вселенной, а удовлетворительная интерпретация феномена до сих пор отстутствует. В контексте поляризационной ПТМ-теории, однако, космологическое структурирование связывают с разделением зарядов в мнимом подпространстве Вселенной, – за которым следуют появление неоднородностей ее плотности и наблюдаемых звездных и галактических структур. При этом образуются два типа каналов: 1) образования обособленных, не расширяющихся вместе со Вселенной самых крупных галактических систем (групп галактик, бедных и богатых скоплений) в виде плит т.н. гиперскоплений (расширяются по трем направлениям), из которых далее формируются сверхскопления также в форме плит (расширяются по двум направлениям) и связывающих их нитей (расширяются по одному направлению); 2) рождения в.н. систем / объектов с последовательно уменьшающимися массами и размерами. В то же время, открытие первичных гравитационных волн, появившихся на стадии инфляции Вселенной и создавших рябь пространства-времени, влияющую на микроволновое излучение, четкого подтверждения, в виде отличия его от сигнала, связанного с уровнем шума межзвездной пыли, не получилось безальтернативным (см. подробности в [157]).

Продолжим. Легкие элементы (H, D, 3He, 4He, 7Li) образовывались в момент Большого Взрыва, уже через ~100 сек первоначального ядерного синтеза (при температуре ~10^9 K), – а более тяжелые элементы, в процессах нуклеосинтеза. Основу модели составляют:

1) расширение Вселенной (наблюдаемое на базе красного смещения);

2) первоначальный синтез элементов (с многопорядковыми различиями в распространенности D, He, Li и др.); причем атомов водорода насчитывается до 92%, гелия до 8%, а ядер более тяжелых элементов, – по 1 на 1000; например, ядро углерода ^{12}C

(возбужденное → основное состояния) образуется при слиянии ядер бериллия и гелия (^{8}Be + ^{4}He → ^{12}C* → ^{12}C + γ), а из ^{12}C, далее, и при участии гелия, могут образовываться сначала кислород (^{16}O + γ-излучение), затем неон (^{20}Ne + γ-излучение), – и так до A = 20 (кальций);

3) космическое фоново-реликтовое излучение.

Среди особенностей ядерного синтеза ^{12}C и ^{16}O имеется то свойство, что таких ядер создается примерно одинаковое число, – а это сильно благоприятный для образования органических молекул (жизни) фактор. Большие температуры, – также фактор, способствующий ядерному синтезу, например, ^{24}Mg из двух ^{12}C при его горении (при T > $2\cdot10^{8}$ ºK, у Красных Гигантов). Кислород загорается при более высокой температуре (~$2\cdot10^{8} \div 10^{9}$ ºK: из двух ^{16}O образуется ^{32}S + γ-квант, затем ^{31}P + протон, и т.д.). Ядра более тяжелых элементов (например, Fe, Co, Cr; A = 50 ÷ 60) образуются за счет термоядерного синтеза, а ядра более легких Li, Be, B, – в достаточном количестве обнаруживают в космических лучах (это, скорее, результат фрагментации более тяжелых ядер при взаимодействии их с межзвездной средой). Максимум распространенности, – у ядер железа ^{56}Fe, затем следует резкий спад. Для элементов с A > 60 синтез становится энергетически невыгодным и доля ядер с A > 90 уже составляет только ~10^{-10} от ядер водорода. Одновременно, процессы образования ядер сопровождаются связанными с захватом нейтронов побочными s-медленными реакциями (slow; для Z < 83) и r-быстрыми (rapid) реакциями. Это касается всех реакций горения: гелия ^{4}He, углерода ^{12}C, кислорода ^{16}O, α-частиц. Идут накопление нейтронного фона, нейтрон-избыточных ядер (^{56}Fe + n → ^{57}Fe + γ + n → ^{58}Fe + γ; др.), происходит β-распад (^{58}Fe → ^{58}Co → ^{58}Ni, и т.д.; причем пропорционально числу распадов возрастает заряд ядра), и образование более тяжелых ядер [172].

Появлению в.н. атомов / молекул, в свою очередь, могло предшествовать формирование в космофизическом вакууме их квантовых и молекулярно-квантовых структур [27]. Взятые вместе, в.н. атомы / молекулы и структуры, и в соответствии с циклической моделью образования материи [28], оказываются в некотором роде «ловушками» не только относительно стационарных частиц-фермионов (*зд*. протонов, подоб.), менее стационарных (*зд*. электронов), − но и той части элементарных частиц-бозонов (*зд*. фотонов), существование которой облигатно связано со взаимодействием и проявляется только в условиях динамических преобразований в.н. категорий элементарных частиц.

Ранее была предпринята попытка выявить наиболее важные химические, физико-химические (др.) связи при белок-белковых взаимодействиях среди следующих их типов: водородные, гидрофобные, ионные, стекинг (ароматических колец), ван-дер-ваальсовы, диполь-дипольные, дисперсионные лондоновские силы (в том числе при рассеянии света), координационные, донорно-акцепторные, электростатические и др. Эти связи реализовывались аминокислотами, в частности, при внутри- / межклеточных типах в.н. взаимодействий. И касалось это различных биохимических (сопровождалось сверхслабым свечением, в том числе усиливающим митозы; см. ниже), молекулярно-биологических, иммунологических, метаболических процессов; др. В итоге был сделан вывод: всегда можно найти систему, в которой отдельно взятый тип связи оказывается решающим {см. в.н. работу «Генетический код: взаимодействие аминокислот белков (фрагментов, пептидов) в соответствии с различными правилами, принципами, кодами. Правило исключений» [15]}. Можно предположить, что и в случае фотонов, различающихся по уровню энергии и другим характеристикам и степени когерентности, и для различных же феноменов и типов-взаимодействий, в.н. «Правило исключений» (*зд.* по сути, предпочтения молекулярных переключений в биологических объектах) также может оказаться не менее актуальным, чем отдельные фиксированные характеристики фотонов при различных типах взаимодействий. Степень когерентности фотонов периодически нарастает / падает вместе с уменьшением / увеличеснием разброса тех пребывающих в состоянии баланса их электрических / магнитных компонент, которые они могут принимать в конкретных пространственно-временных условиях протекания реакций. Существуют достаточно обоснованные признаки того, во-первых, что у биофотонов довольно высокая степень когерентности, и, во-вторых, они могут обеспечивать существенный, если не самый существенный информационный канал в живых системах. К обсуждению в.н. вопросов, включая состояния когерентности / некогерентности биофотонов, можно вернуться после разностороннего рассмотрения данной тематики.

Фотобиологизм процессов (правила, запреты и редкие отклонения от них)

Все процессы в биосистемах, происходящие при поглощении энергии света и приводящие к изменению структуры и функций этих систем, относят к фотобиологическим. Эти системы характеризуются перераспределением энергии возбужденных молекул, межмолекулярным переносом, образованием первичных

фотопродуктов (обычно свободнорадикальной природы) и последующим превращением их в первые химически устойчивые соединения. Всякий такой процесс можно разбить на несколько стадий, почти каждая из которых не одноактна:

1) поглощения света;

2) внутримолекулярного переноса энергии возбужденного состояния;

3) первичного фотохимического акта;

4) темновых реакций и образования стабильных продуктов;

5) биохимических реакций с участием фотопродуктов;

6) общефизиологического ответа на действие света.

Заметим только, что поглощаемая энергия света, квантованные ее порции, могут не одинакого, но дифференцированно утилизироваться специальными компонентами / структурами в.н. объектов. И такие дискретные способ и канализирование путей восприятия наборов / сочетаний фотонов говорят о присутствии в данном процессе информационной составляющей [41, 200].

Поглощение квантов энергии биообъектами сопровождается:

1) фотосинтезом (поглощением энергии Солнца; синтезом углеводов в зеленых растениях, некоторых простейших, водорослях; образованием хлорофилла);

2) восприятием, реагированием на свет организмов (зрение у животных; фототаксис, фототропизм / фотопериодизм у растений);

3а) деструктивным действием УФ (диапазон 10-380 нм). Особенно это касалось коротковолновой в 100-280 нм области, где, в том числе, расположены максимумы поглощения белка (280 нм) и нуклеиновых кислот (260 нм). У родопсина и хлорофилла эти максимумы соответствуют длинам волн в ~500 и ~430 / 680 нм. Излучение в области 10-200 нм подобно ионизирующему (поглощается атмосферой). В области 200-380 нм наблюдают возбуждение электронных переходов, запуск первичного механизма фотобиологических процессов. В области 315-380 нм, – защитный синтез меланина от ИК-перегрева (образование пигментов), а в диапазоне 280-315 нм, – поглощение / синтез, соответственно, провитамина-Д / витамина-Д (контроль фосфорно-кальциевого обмена, т.н., в частности, «антирахитная» область). Для интервала в 200-280 нм характерно поглощение, связанное с изменением структуры / конформации белков (280 нм) и нуклеиновых кислот (260 нм), бактерицидность и канцерогенность;

3б) последующим фотореактивирущим действием видимого света [41].

Например, зрение у животных (упрощенно) обеспечивается функционированием зрительных пигментов фоторецепторных клеток сетчатки глаза. Эти клетки:

а) содержат палочки (~125 млн.) и три сорта колбочек (~6,5 млн.), ответственных, соответственно, за чёрно-белое / сумеречное и цветовое / дневное зрение (оба типа клеток светочувствительны и содержат скопления митохондрий);

б) расположены во внутренних / наружних сегментах со стопками параллельных и имеющих двойные мембраны дисков [41, 200].

Среди этих белковых пигментов: 1) сложные молекулы родопсина, имеющие спектр поглощения в голубой части (500 нм); 2) молекулы йодопсина, − в сине-фиолетовой, зелёной и жёлто-зелёной его частях (445, 535 и 570 нм); 3) разные белки-опсины (гликопротеидная часть родопсина), образующие в темноте ковалентную связь с альдегидной группой ретиналя (плоской хромофорной частью родопсина), представленного 9-цис-, 11-цис-, полной транс- и другими его формами (с запуском обратимых цис-транс-изомерных превращений, зависимых от длины волны действующего света). Транс-изомеризация родопсина (нарушение стерического соответствия между хромофором и опсинами) сопровождается целой серией его конформационных перестроек и изменениями в спектре поглощения зрительного пигмента.

Ретиналь активно поглощает определенные длины волн света (в области ~360-380 нм), является эффективным генератором синглетного кислорода (на свету), содержит длинную систему сопряженных двойных связей (вокруг которых вращение возможно только после поглощения фотона и последующего π–π^*-электронного перехода), переводится в возбужденное состояние [P + hν → P(S)], изомеризуется [P^*-цис → P-транс; с квантовым выходом 0,5-0,7], изменяет конформацию опсинов и отщепляется от них. Это последовательно вызывает: перестройку фоторецепторной мембраны; изменение проницаемости и электроградиента плазматической мембраны клеток наружного сегмента; распространение рецептор-ассоциированного потенциала плазматической мембраны до синаптического контакта с нервным волокном на внутреннем сегменте; возникновение электрического импульса в нервном волокне и передачу его в мозг; возникновение оптического изображения на пигментном эпителии; ферментативное восстановление ретиналя в темноте в исходную цис-форму и соединение с опсином [41, 200].

Фотобиологическое действие света можно свести к следующим ассоциированным с молекулами / биомакромолекулами событиям (реакциям), варьирущим в широком ряду:

1) выбиванию электронов с образованием ионов / свободных-радикалов (фотоионизация);
2) переносу электронов с одной молекулы на другую (фото-окисление / восстановление);
3) распаду молекул (фотодиссоциация);
4) изменению пространственной структуры / конфигурации молекул (фотоизомеризации);
5) образованию химических связей между мономерами (фотодимеризации / полимеризации).

Эти процессы протекают в два этапа [41]:

(1) Первичная световая стадия. Она специфична в отношении: а) фотофизических процессов {*зд.*, – поглощения кванта, RH + hν → RH^*, после перехода (S→T)-возбуждение}; б) фотохимических процессов (безызлучательного перехода из возбуждённого состояния молекулы в основное, – с последующим вступлением в химические реакции). Происходит быстрое поглощение кванта (за 10^{-12}-10^{-8} сек), переход молекулы в одно из возбужденных состояний (а затем, иногда, – и в триплетное, расположенное ниже минимально возбужденного синглетного). Электрон(ы) переходят на более высокий энергетический уровень (соответствующий энергии поглощенного кванта). Эффективность преобразования поглощённой световой энергии в первичной фотохимической реакции оценивается её квантовым выходом, который, обычно, существенно меньше единицы {характеризует интенсивность люминесценции, которая не зависит от длины «причинной» волны (закон Вавилова)}. Различия в спектрах действия / поглощения позволяют выяснить то, какие вещества участвуют в реакции. Полученная энергия может выделяться в виде тепла (за счет усиления поступательных, вращательных, колебательных движений молекул) или кванта люминесценции (высвечивания), – но может и мигрировать (см. ниже). Энергия фотонов трансформируется в энергию химических связей первых устойчивых фотопродуктов. Возбужденные молекулы вступают в фотохимические реакции с другими молекулами. Образуются радикалы, ионы, ион-радикалы (первичные окислители и первичные восстановители). Свечение молекул (люминесценция с участием люциферин-люцифераза и подобных систем) связано с переходом электронов с возбужденного на основной уровень (оба стационарные). Свечение происходит в момент: (а) как облучения, при относительно быстрой, ~10^{-8} сек, флуоресценции, – т.е. мгновенном превращении поглощенного света во вновь испускаемую волну-энергию, исчезающую при прекращении облучения (характерен синглет-синглетный переход); (б) так и после облучения, при относительно длительной, ~10^{-3}–несколько-секунд, фосфоресценции (характерен триплет-синглетный переход),

указывающей на способность энергии накапливаться в некоем атомарно / молекулярном «резервуаре», обладющем некоторыми определенными сочетаниями в.н. колебательных, вращательных, поступательных и излучательных степеней свобод, из которого энергия медленно «вытекает» (подтверждено экспериментально) [41, 93, 95];

- последнее можно связать, во-первых, с переходом электронов с триплетного возбужденного состояния (T^*; имеется два неспаренных электрона с параллельными или однонаправленными спинами; обуславливает высокую химическую активность молекулы) на триплетный же основной уровень (T_0, стационарный; электроны спарены и имеют попарно антипараллельные спины). Во-вторых, переход возможен на основной синглетный уровень (все электроны спарены, имеют попарно антипараллельные спины; это основное состояние большинства органических молекул), – или возбужденный синглетный уровень. Переходы S↔T типов редки / маловероятны и связаны с переменой направления (обращением) спина. Это относительно медленный / редкий процесс, когда срабатывает т.н. «спиновый запрет», при котором одноэлектронный переход, и при участии АФК (ROS) и других соударающихся частиц, преобладает над двухэлектронным. При одноэлектронном переходе возникают: анион-супероксид ($\acute{O}_2^-$), имеющийся во всех клеточных структурах; и еще более сильный окислитель, – гидропероксил-радикал ($H\acute{O}_2$), взаимодействующий с ненасыщенными жирными кислотами с образованием гидроперекисей. Переход с возбуждённого синглетного на основной синглетный уровень ($S^* \rightarrow S_0$) сопровождается испусканием кванта энергии (т.е. относительно быстрой, 10^{-9}–10^{-6} секунд, флуоресценцией). {Заметим, что синглетный кислород, $^1O_2$, резко усиливает окисление (на ~2 порядка) и используется, в частности, при противоопухолевой фотодинамической терапии: применение низкоинтенсивного красного (лазерного) излучения переводит в возбуждённое синглетное, а затем в триплетное состояние фотосенсибилизатор (*зд*. производное гематопорфирина, введенное в кровь / ткань), передающий квант энергии кислороду, который почти избирательно наносит повреждающее действие раковой клетке}. Концентрация триплетно возбуждённых молекул, и по сравнению с таковыми синглетными, всегда меньше, − а время жизни, наоборот, больше. Длина волны испускаемого света (первичного, вторичного / переходного уровней) всегда больше таковой по сравнению с исходно поглощенной [41];

- при связанной с поглощением света флуоресценции электронное состояние колебательных уровней возбужденных молекул оказывается более высокоэнергетическим. Молекулы, отдавая на свечение часть, но не всю энергию электронного возбуждения,

соударяются с окружением (включая растворитель, который иногда может погасить флуоресценцию), – и тепловая энергия переводится в энергию движения. Часть энергии электронов теряется безызлучательно. При фосфоресценции начальные стадии аналогичны, но кроме двух синглетных (одно из них возбужденное; электроны не спарены, имеют противонаправленные спины, дающие суммарный спин-ноль) появляется второе возбужденное триплетное состояние с параллельными (спаренными) спинами;

- взаимопереходы синглетный-ряд↔триплетный-ряд (интеркомбинационная конверсия) происходит в точке пересечения кривых этих состояний не у всех, а у на порядки меньшей части молекул. Последние, предпочтительно содержат тяжелый металл (согласуется с экспериментом) и способны обратить относительную ориентацию (поменять знак на противоположный) электронных пар. Это возможно за счет спин-орбитальных взаимодействий. Более частыми, понятно, являются разрешенные синглет-синглетные и триплет-триплетные переходы. При этом происходит движение вниз по триплетной лестнице колебательных энергий, – вплоть до основного триплетного состояния. Энергия передается окружающей среде и оказывается в «ловушке», т.к. растворитель не может изъять остаточный квант энергии электронного возбуждения, а молекула не может его испустить в силу действия синглет-триплетного запрета при возврате к основному состоянию. Однако, иногда, преодоление запрета и излучательный переход могут наступить при спин-орбитальном взаимодействии, нарушающем правило отбора. Фосфоресценция более интенсивна для твердых образцов (особенно, содержащих тяжелый атом), т.к. молекулы сталкиваются менее эффективно и интеркомбинационная конверсия (*зд.*) длится дольше за счет медленной потери молекулой доли колебательной энергии, связанной с синглет-возбужденным состоянием, опускающимся ниже в.н. точки пересечения кривых синглет / триплет. А наличие спинов у неспаренных электронов позволяет предсказывать, что возбужденное «резервуарное» состояние должно быть магнитным (согласуется с наблюдением магнетизма у фосфоресцирующих возбужденных молекул в эксперименте с применением чувствительных резонансных методов) [93]. Спин-орбитальное взаимодействие определяет многие важные особенности поведения атомов, молекул и кристаллов. И обнаружено оно было именно методом хемилюминесценции. В некоторых случаях взаимодействие собственного спинового и орбитального магнитных моментов электронов создает «примесь» триплета к синглету и частично ослабляет запрет. Допускают, что такое «смешивание» синглет-триплетных

состояний может играть определенную роль в реакциях некоторых гормонов, в молекулы которых входят бром и йод [95];

(2) Последующая темновая стадия. На этом этапе первичные-окислители / восстановители (редокс-пары) вступают в сопряжение с биохимическими реакциями и, тем самым, участвуют в следующих физиологических процессах: фотосинтеза, выделения кислорода, движения листьев растений к Солнцу, фототаксисе, реакциях животных на освещение / гибель, и т.д. [41].

Перенос энергии квантов частицами и квазичастицами

Межмолекулярная миграция энергии без излучения, выделения в виде тепла, кинетических соударений (донора с акцептором), в частности при фотобиологических процессах, способна происходить на значительные, превышающее межатомные, расстояния. Такая миграция энергии, вероятно (и помимо прочего), может представлять некий регуляторный момент, способный оказаться среди части внутриклеточных информационно-сигнальных процессов [41].

Относительно пути следования (миграции) энергии имеется несколько представлений:

1. согласно «электрон-экситонной» (по сути «электрон-дырочной») теории, свободные электроны аминокислот упорядоченных белков (в частности, при дыхательной функции цитохромов, использующих переменную, $Fe^{3+} \leftrightarrow Fe^{2+}$, валентность атома железа), и подобно тому, что наблюдается в кристаллических структурах, поглощают фотон (квант энергии) и переходят на более высокий энергетический уровень проводимости. Затем они продвигаются по протеиновым мостикам с образованием пары «электрон-дырка» (т.е. экситона *зд*.). Передав энергию атому другой молекулы аминокислоты (без излучения), электроны возвращаются к исходному положению;

2. согласно другой теории, «резонансной», для миграции энергии от донатора (обладающего способностью к люминесценции) к акцептору необходимо, чтобы их спектры поглощения перекрывались, т.е. промежуток между донором и акцептором не превышал 10 нм, а максимум поглощения донатора находился в более высокочастотной области (с бóльшим уровнем энергии); кристаллическая структура не обязательна;

3. согласно третьей теории («протонной»), энергия мигрирует по цепочкам белковых молекул с вибрирующими протонами и мостиками водородной связи, квант энергии расходуется на образование нестабильного катиона оксония, H_3O^+ (протона в сольватной

оболочке), распадающегося на воду и энергоемкий протон, вступающий, далее, в следующий цикл подобных преобразований [41]. {(см. Приложение-глоссарий 2): «Окислительно-восстановительные реакции в клеточных in-vivo / in-vitro системах» [47]; а также работы [100, 101, 103]}.

Редокс-факторы клетки (перенос энергии и сигналинг)

Кроме того, существуют новые представления о процессах переноса протонов и электронов (в частности, оксидоредуктазами), которые позволяют рассматривать белки не только как «химические машины», – катализаторы химических реакций в клетках, – но и как молекулярные «физические машины», являющиеся генераторами электрического тока [47, 216]. При этом в цитоплазме клетки могут формироваться цепи переноса электронов, образованные определенными редокс-молекулами и ферментами, определяющими регуляцию внутриклеточных процессов в фазах пролиферации, дифференцировки и апоптоза. Описательный подход не учитывает физические закономерности взаимодействия реагирующих молекул и ионов, в чем-то усложняет, в чем-то упрощает картину регуляции внутриклеточных процессов, создаваемую многочисленными участниками внутриклеточного сигналинга. Центральное место в искомом подходе должны занимать физические закономерности, определяющие направления переноса электронов и протонов, свойственные взаимодействующим редокс-молекулам / факторам. Введение эффективного восстановительного потенциала является формой описания свободной энергии системы, затрачиваемой на совершение электрической работы по перемещению заряженных частиц. Применяя этот подход, а также интегративное понятие «редокс-буферной-ёмкости», появляется возможность как описания в клетках соответствующего редокс-состояния, так и количественных изменений в них активности биомакромолекул под действием редокс-факторов. Подобные исследования в.н. свойств клеток нацелены на получение данных, необходимых для понимания общих закономерностей функционирования клетки и регуляции ее функциональной активности. Помимо фундаментального значения, это может внести существенный вклад в решение ряда практических вопросов. К последним относятся, например, разработка новых биомедицинских технологий клеточной терапии, методов диагностики заболеваний, технологий культивирования клеток и подходов к фармакологическому контролю функциональной активности клеток [47]. С другой стороны, активация «протон /

электронной машины» может быть связанной (в том числе облигатно) с различными видами миграции энергии в виде фотонов (их потоков, наборов, пакетов; др. частиц) и квазиэлементарных частиц (экситонов, др.).

Разработки 60-х годов XX века (на основе монографии «Сверхслабые свечения при биохимических реакциях», Владимиров Ю.А. [92])

Также достаточно давно (в 60-е годы прошедшего века) были разработаны подходы и изучены вопросы широко-(универсально)-распространенного сверхслабого свечения / излучения (ССС / ССИ) в экспериментальных системах (включая биологические) с помощью фотоумножителя, охлаждаемого жидким азотом или твердой углекислотой, и работающего в режиме счетчика фотонов; (среди неохлаждаемых наиболее перпективными были малошумные фотоумножители) [92]. Почва вопросу готовилась еще раньше, в 20-х годах XX века (А.Гурвичем), в довольно сложных исследованиях «митогенетического излучения». УФ-свечение в области спектра с длиной волны ~270 нм (190-325 нм [95]), действующее от дозы нелинейно, вызывало вторичное излучение многих квантов в результате цепной ветвящейся реакции (это осложняло оценку и повторяемость феномена как результата собственно облучения), зависящей, по крайней мере, от присутствия радикалов, кислорода и видимого света. Дополнительная сложность вносилась в систему еще и тем, что биообъекты одновременно служили и источником и приемником излучения. Согласно данным / мнению А.Гурвича, митогенетическое излучение, воздействуя на мембраны клеток / митохондрий, не только существует, но и постоянно / режимно необходимо для наступления и продолжения нормального митоза в клетках тканей (например, при почкообразовании у дрожжей, и т.д.). Кроме того, слабое УФ-излучение активировало фаговые частицы, сформировавшиеся в бактериальной клетке. А различной природы тушители этого процесса митоз отменяли (например, в роговице глаза) или сильно тормозили, – в том числе на некоторых стадиях эмбриогенеза (например, при дроблении яиц морских ежей). Один из тушителей получен из крови онкологических больных. Эффект «митогенетического излучения» ассоциировался с рядом процессов: (био)химических, обратных фотохимических реакций, темновых процессов в растворах, отдельных тканях (специфично), их гомогенатах, спиртовых экстрактах, культурах дрожжевых клеток, проростков бобов, суспензий митохондрий, сухих белков. Также хемилюминесценция наблюдалась при окислительных и процессах

свободнорадикальной рекомбинации у соединений различной природы. К последним, в частности, относятся: ароматические углеводороды, жирные кислоты, липиды и их производные, простые / ароматические кетоны; неорганические соединения, полученные при ферментативном разложении перекиси водорода, а также в присутствии растворенных примесных карбонатов (из CO_2 воздуха), рекомбинирующих в карбонат-радикалы; и др. Все это касалось облученных, интактных и опухолевых тканей различной природы (печени, др.; при дыхательном взрыве в тканевых макрофагах, – с одновременным резким увеличением потребления глюкозы и кислорода, восстанавливаемого до супероксидного радикала) [92, 200].

Например, сложный цепной механизм самоокисления ненасыщенных жирных кислот (компонент жиров / липидов: олеиновой кислоты, растительных масел, др.) и образования радикалов (продуктов реакции, P, и возбужденных, например, P^* / O_2^*, состояний молекул) сопровождался свечением, усиливающимся при нагревании: {$\acute{R} + O_2 \rightarrow R\acute{O}_2 + RH \rightarrow R\acute{O}_2H + \acute{R}$; $2R\acute{O}_2 \rightarrow (P^* + \acute{O}_2 \rightarrow P + O_2 + h\upsilon_1) + (R_2 + O_2^* \rightarrow R + O_2 + h\upsilon_2)$}. Упрощенно, введение одних антиоксидантов вело к вспышке, а других – к подавлению свечения. В первом случае это касалось адреналина, лецитина, β-меркаптопропиламина, др. (способствуют угнетению ингибиторов цепного окисления); во втором, – β-ионола, α-нафтола, др. (связывают перекисные соединения). Общность в.н. процессов проявлялась, прежде всего, в заключительных их стадиях с высвечиванием кванта (т.е. на субмолекулярном / электронном уровнях). Кроме того, даже простое разложение H_2O_2 в щелочной среде сопровождается свечением, умеренно или резко усиливающимся в присутствии катализаторов (соответственно, $FeSO_4$ и $FeSO_4$ / ЭДТА), органических соединений (например, рибофлавина, глицина, цистеина при комнатной температуре). Свечение возникало и при взаимодействии перекиси с белками и, не редко, с разлагающими ее ферментами (кристаллической пероксидазой хрена, каталазой). Важным было соотношение концентраций перекись / фермент, влияющих на процессы как катализа, так и окисления реактивных групп апофермента. В организме свечение связано не только с разложением перекиси, но и с образованием / рекомбинацией перекисных радикалов из молекул органических соединений. А в случае облучения, дополнительно, – еще и с ионизирующей радиацией, способствующей формированию перекисей нуклеотидов и усилению самоокисления SH-групп белков. Роль и причины сверхслабого свечения, однако, оставались понятыми далеко не полностью, т.к. и само существование

эффекта, и его действие при использовании сторонних источников излучения изучались недостаточно [92].

К в.н. ряду процессов сверхслабого свечения относится также обусловленное определенными ферментативными реакциями явление биолюминесценции (БЛ) у некоторых бактерий, простейших, ракообразных, морских беспозвоночных, грибов, моллюсков, рыб, светляков (и др.) [92, 200]. В случае светляков в реакции участвуют, по крайней мере, люциферин (оксилюциферин), люцифераза, АТФ, пирофосфат. Испускание света опосредовано окислением люциферин-люцифераза-АМФ фермент-субстратного комплекса кислородом воздуха, специальным механизмом (с определенной биологической ролью и участием нервной системы) и при реакциях дегидрирования (люциферина), переокисления (с образованием кето-группы) и формирования в.н. комплекса (квантовый выход БЛ здесь равен единице). Для случаев свечения митохондрий (например, печени крыс) и в.н. биолюминесценции светляков обнаруживаются общие черты. К ним относятся: свечение в близких областях спектра, присутствие энзиматической компоненты и необходимость кислорода и АТФ. В случае люцифераза-опосредованной БЛ у бактерий (с участием богатых энергией флавинов, НАД, коэнзима Q, цитохромов; напоминает таковую для сверхслабой хемилюминесценции белков) и свечения в митохондриях общность процессов определяется участием системы транспорта электронов. Люцифераза, как и в известной мере обычные белки, обладает послесвечением с максимумами длин волн в 280 нм и 400 нм. Некоторые организмы (например, простейшее ночесветка *Gonyaulax polyhedra*) обладают «чисто белковой» биолюминесценцией. Наиболее удивительным (на тот момент) выводом оказалось, что сверхслабое свечение в митохондриях имеет общие черты практически с каждым из перечисленных видов БЛ (т.к. касается АТФ, усиливается субстратами клеточного окисления, угнетается цианидом, др.). По-видимому, это связано с общностью происхождения всех в.н. специализированных механизмов от исходно-единого механизма транспорта электронов, сопряженного с участием белков / липидов. При этом сильные восстановители {вероятно, еще в (пре-) / раннеклеточных системах}, скорее всего, окислялись и связывали первоначально токсичный молекулярный кислород (*зд*. с участием люциферазы). Это происходило в слабоаэробный / анаэробный период развития Земли, – еще до появления современной электрон-транспортной системы (ЭТС), возникновение которой у разных биологических видов могло быть связано с взаимообусловленным разнообразием как продуктов восстановления, так и путей

развития в боковых цепях ЭТС (за сотни миллионов лет). По крайней мере, в качестве побочного процесса, БЛ не могла не возникнуть при интенсивном процессе окисления (прежде всего перекисных продуктов этой реакции). Одновременно, биолюминесценция не являлась главным способом / механизмом накопления энергии, – хотя бы в соответствии с фактом высокой энергии активации свечения в клетках / гомогенатах, препятствующим массовым реакциям самоокисления и хемилюминесции. Кроме того, сверхслабые излучения несут лишь ничтожную долю энергии жизнедеятельности клеток: даже у яркосветящих люминесцирующих бактерий они составляют только миллионную долю окисления глюкозы. Тем не менее, впоследствии у ряда бактерий биолюминесценция сохранилась и нашла себе применение (по-видимому, дело не столько в энергии, сколько в регуляции).

На момент начала изучения феномена многие исследователи не исключали, что в энергетике живого организма ССС / ССИ-ассоциированные возбужденные состояния молекул особой роли не играют. Хотя, при этом, они могут указывать на протекание некоторых важных для клетки событий и образование веществ с очень сильным биологическим эффектом (в том числе, перекисей жирных кислот, рекомбинирующих радикалов ароматических АК, и т.д.). С другой стороны, наличие свечения может указывать: (1) на некоторую несбалансированность внутриклеточных процессов (в клетках, гомогенатах, суспензиях митохондрий, др.); (2) и, реже, на присутствие деструктивных процессов, связанных, например, с нарушением структуры мембран клеток и клеточных орагнелл. Накопление перекисей в мембранах ассоциировано с изменением их проницаемости из-за взаимодействия с внутриклеточными антиоксидантами и SH-группами белков (например, актомиозина, ответственного за сокращение митохондрий) [92]. Таким образом, выше перечисленное говорит об участии самой БЛ (как и сверхслабого свечения / излучения, ССС / ССИ) и продуктов ассоциированных с ней реакций в качестве важной / мощной дополнительной регуляторной (включая повреждающее действие) внутриклеточной компоненты. Причем электронейтральные фотоны оказываются способными влиять на носителей отрицательного заряда (электроны) и целый протон-электронный перенос. А возможная роль виртуальных фотонов / частиц в биосистемах обсуждается в других разделах данной работы.

В это время успешно развивались методы ЭПР (электронного пармагнитного резонанаса), измерения (хеми)люминесценции, оценки возбужденных состояний

электронов / молекул, др. Интенсивной хемилюминесценцией в УФ-диапазоне (для систем $NaOH + HNO_3$ / H_2SO_4; $K_2SO_3 + O_2$; $Na_2S_2O_3 + O_2$; $C_2H_5OH + HCrO_4$; др.) или, наоборот, слабым свечением в УФ / видимой-областях спектра в присутствии газообразного кислорода на поверхности пузырьков (для 1M NaOH + HCl, или HCl / флуоресцеин в разных концентрациях; $NaHSO_3$, бензила, NaClO; др.) или перекиси водорода (для NaClO; 15% формальдегид + NaOH; др.), сопровождаются многие протекающие в растворе химические реакции. Для выделения кванта {$h\upsilon$, включающего энергию активации E, т.е. равного $(E + Q)_{n=2,\ др.}$}, энергия которого часто выше энергии теплоты реакции (Q или ΔH), необходимо присутствие кислорода, т.к. с его участием образуется квант-выделяющий побочный радикал, способствующий появлению возбужденного состояния у атомов / молекул. Процессы хемилюминесценции / фосфоресценции в биологических системах протекают еще много более сложно (в 4 стадии), чем в химических реакциях, и касаются гиалоплазмы / ядра (свечение слабое) и митохондрий / микросом (свечение сильное) [92].

Первые успехи касались опытов с применением УФ-счетчиков на основе модифицированного счетчика Гейгера с кварцевым окном и металлическим фотокатодом. Были обнаружены свечение при сокращении мышц, раздражении нервного волокна, в культурах фибробластов, дрожжей, при ферментативных реакциях, длительное послесвечение зеленых листьев. Сверхслабое свечение живых растительных тканей с максимумом в области 550 нм (в диапазоне 460-600 нм), как и интенсивность излучения проростков / гомогенатов в специальной влажной камере (с регулируемыми газовым составом, минеральным питанием, температурой), было связано с активным их метаболизмом, видом и возрастом. Это свечение, однако, не зависело от предварительного освещения. Активность в.н. метаболизма постепенно возрастала: а) с ростом парциального давления кислорода (вплоть до сравнивания его с таковым для воздуха; и в отличие от такового для азота); б) с достижением температурного оптимума (37-42º С); в) с исключением ингибиторов дыхания (таких, как углекислота и цианиды). А свечение здесь значительно превышало темновой фон. Подсушенные (перегретые), мертвые или помещенные в кислотную среду проростки эффекта не давали. Температура и интенсивность свечения находились в противофазе, запас веществ, необходимых для свечения, был ограничен, а энергия активации процесса неожиданно много большей, чем при обычных биохимических реакциях (т.е. в.н. свечению притивостоял высокий

энергетический барьер). Все указывало на возможную роль (био)химической реакции (ферментативного) / неферментативного окисления тканевых липидов [92].

В митохондриях ~25% сухого веса приходится на жирные кислоты (прежде всего ненасыщенные: линолевую, линоленовую, арахидоновую), составляющих, впрочем, значительную часть мембран любой живой ткани. Они подвержены процессам: а) окисления / самоокисления; б) преобразования в перекисные соединения / радикалы (в присутствии аскорбиновой кислоты, солей железа, цистеина, др.; их накопление вызывает набухание Мт); в) деструктирующего гомогенаты свечения, подавляемого EDTA / KCN (первый связывает двухвалентные ионы, второй тормозит накопление перекисей). Механическое повреждение, процедуры замораживания / оттаивания и денатурирование митохондрий теплом также обнаруживали ослабление их БЛ (в том числе резкое). Спектр свечения суспензии митохондрий (в солевой среде, с субстратами дыхания / АТФ и в присутствии O_2) соответствовал диапазону 450-600 нм. Максимум приходился на длину волны ~540 нм, характерной таковому для флуоресценции флавинов (~530 нм), и максимуму хемилюминесценции рибофлавина (~560 нм) в присутствии перекиси H_2O_2 (сдедовательно, излучать могли не только кислород или альдегиды, но и в.н. внутриклеточные составляющие). В отсутствии кислорода, АТФ (которая вместе с Mg^{+2} и связывающим жирные кислоты сывороточным альбумином вызывает сокращение Мт на первых стадиях их набухания) или АДФ, – свечение полностью отсутствовало. Оно значительно ослаблялось в отсутствии субстратов дыхания (глутаминовой / янтарной кислот). Также свечение не развивалось в гипотоническом растворе и при pH 5,9÷9,5; и развивалось при pH 7,5. Свободное окисление усиливалось ионами кальция (свечение ослаблялось), а фосфорилирование – ионами магния (свечение усиливалось). Свечение в митохондриях угнетали реагенты, препятствующие окислительному фосфорилированию (цианиды; 2,4-динитрофенол) и потоку электронов (амитал, на участке НАД-флавопротеин). В то же время, усиливающие окислительное фосфорилирование реагенты (гексокиназа, глюкоза), – резко повышали свечение. В целом, ССС / ССИ качественно одинакого присутствует как в процессе нормального метаболизма (при окислительном фософорилировании), так и при его нарушении. Последнее было связано с: 1. накоплением перекисей; 2. разобщением окисления с фосфорилированием, когда энергия не аккумулируется в виде связей АТФ-макроэрга, а выделяется в виде тепла, и в силу разных причин: а) уменьшения градиента концентрации ионов водорода между матриксом митохондрий и цитоплазмой; б) использования этого градиента для транспорта ионов

кальция из цитоплазмы в митохондрии, а также фосфата, АДФ, АТФ, др.; в) уменьшения трансмембранного электрического потенциала на внутренней митохондриальной мембране; г) нарушений в АТФ-синтазном комплексе. Однако и образование перекисей, и свечение отражают процесс набухания митохондрий, играющий важнейшую роль в физиологии и патологии клетки. В нормальных условиях митохондриальная мембрана, меняя свою проницаемость при действии различных факторов, участвует в регуляции скорости и эффективности окислительного фосфорилирования и скорости гликолиза в протоплазме и ядре. Например, слабое УФ-воздействие активирует гликолиз у дрожжей. Высокая и неконтролируемая проницаемость мембран митохондрий, связанная с высокими потреблением липидов и аэробным гликолизом, обеспечивает агрессивное и неконтролируемое же развитие раковых клеток. Все это может влиять на их собственное митогенетическое излучение и последующее выделение ими в.н. фактора тушения. В свою очередь, интересно, липидная фракция из таких, но не нормальных клеток, усиливала интенсивность свечения при добавлении ее к окисленной олеиновой кислоте. Одновременно, сообщалось о возможных дополнительных функциях Мт, связанных с присутствием в них фактора торможения образования антител, АТ [92].

При обратных фотохимических реакциях, в момент высвечивания (в общем случае, при флуоресценции исходной молекулы и фосфоресценции продукта реакции), в частности, при фотоионизации органических соединений, квант захватывается {суммарно, $X + h\upsilon \rightarrow X.^{+} + e^{-}$} с последующим образованием ионов (катион-радикала, $X.^{+}$, и сольватированного электрон-аниона, e^{-}, с временем жизни, соответственно, 25-50 и 100 мксек=μsec). Данные реакции в значительной мере (но не полностью), – «обратные» по отношению к хемилюминесцения-опосредованным процессам воспроизводства синглет / триплетно-возбужденного состояния исходной молекулы и основного («ловушечного») возбужденного состояния молекулы-продукта: $\{X^{+} + e^{-} \rightarrow X^{*} \rightarrow (X + h\upsilon_{фл}) + (X + h\upsilon_{фс})$, – соответственно, для индуцированных флуоресценции / фосфоресценции}; (в ряде случаев, однако, «обратными» являются не только фотохимические, но и некоторые темновые биохимические реакции активного фотопродукта).

Эти состояния, как и процессы хемилюминесцении в целом, считают, зависят от:

а) фактора мультиплетности (соотношения констант скорости переходов на триплетный / синглетный уровни, k_T / k_S);

б) фактора тушения (соотношения вероятностей излучательных переходов из триплет / синглетного возбужденных состояний, φ_T / φ_S);

в) и энергетического фактора $\{e^{-(\Delta E_T - \Delta E_S) / kT}$, где ΔE_S и ΔE_T – энергии активации перехода электрона из «ловушки» на синглетный или триплетный уровень исходной молекулы; k – постоянная Больцмана ($8{,}62 \times 10^{-5}$ в эв/гр), T – абсолютная температура$\}$.

При нагревании или освещении реакция обратима, продукты рекомбинационного свечения неустойчивы и при комнатной температуре обнаруживаются только с помощью техники импульсного фотолиза. Интересно / важно, что только незначительная часть сольватированных электрон-содержащих радикалов (e^-, они термолабильны) рекомбинирует с высвечиванием кванта термолюминесценции и / или свет-индуцированной люминесценции {*зд*. это касалось специфических условий облучения светом различной интенсивности, при нагревании раствора триптофана при относительно низких, 77-160º K, температурах (в 10 н. NaOH); оптическая плотность (e^-) практически не менялась}. С повышением температуры, и под действием видимого света, исчезали в.н. свет-индуцирующие центры рекомбинации. Основная же масса сольватированных (e^-) до 160º K устойчива и рекомбинирует без свечения (безызлучательно), – вне зависимости от тепловой и свет-индуцирующей активаций. И тогда термостабильность здесь обеспечивается большей глубиной «ловушек» электронов. Излучательные переходы в основное состояние более вероятны при меньшей энергии активации и большей силе осциллятора соответствующего перехода. Вероятность же перехода в возбужденное состояние (синглетное / триплетное), дополнительно, зависит и от температуры. Квантовый выход хемилюминесценции рассчитывается из отношения числа высвечиваемых квантов к общему количеству излучательных / безызлучательных переходов (т.е. квантовый выход свечения при в.н. рекомбинации резко падает с увеличением энергии активации процесса, или, что то же самое, «глубины ловушки»). Энергия высвечиваемого кванта состоит из суммы свободной энергии реакции и энергии активации хемилюминесценции (правило Одюбера; следствие 1-го закона термодинамики). Однако, тепловая энергия движения молекул не может целиком перейти в энергию излучения (2-й закон термодинамики). Чем больше вклад тепловой энергии (активации) в энергию высвечиваемого кванта, тем меньше вероятность его испускания (и, тем самым, меньше квантовый выход хемилюминесценции) [92]. В случае фотоионизации ароматических АК под действием УФ-излучения (при 77º K) переход сольватированного электрона (e^-) на основной уровень может быть безызлучательным ($e^- \rightarrow S_0$), – или излучательным, с испусканием кванта энергетически более значимого ($e^- \rightarrow S_1$-возбужденный-синглет $\rightarrow S_0$) и менее значимого, но много более (в $\sim 10^5$ раз)

вероятного перехода ($e^- \rightarrow T_1 \rightarrow S_0$). ХЛ здесь определялась низким квантовым выходом, суммированием тепловой энергии хемилюминесцентной реакции и энергии активации свечения. В большинстве реакций ХЛ их спектр совпадает с таковым для фосфоресценции, а не флуоресценции продукта реакции [98].

Другим, более сложным примером возникновения кванта люминесценции может быть высвечивание при реакции окисления фотовосстановленного хлорофилла кислородом воздуха. С одной стороны, хлорофилл (Х) может фотовосстанавливаться в присутствии донора электрона, например, аскорбиновой кислоты (АН) в растворе пиридина ($X + h\upsilon \rightarrow X^* + AH \rightarrow X.^- + AH.^+ \rightarrow XH + A$). {Обозначим: возбужденный хлорофилл, X^*; окисленный «первично-зеленый» хлорофилл, семихинон радикала $X.^-$, устойчив при –40º С и ниже; восстановленный, ХН, «вторично-красный» хлорофилл; катион-радикал аскорбиновой кислоты, $AH.^+$}. С другой стороны, при таком обратном окислении фотовосстановленного хлорофилла происходит испускание света, усиливающееся, в частности, в присутствии аммиака (катализатора $XH \rightarrow X.^-$ перехода восстановленного Х в окисленный). Схема донорно-акцепторных реакций, приводящих к свечению, выглядит как: ($XH + NH_3 \rightarrow X.^- + H^+ + ½O_2 \rightarrow X + h\upsilon + H_2O$). Суммарно она включает процессы поглощения кванта, фотовосстановления, перенос электрона «на» и «с» акцептора с образованием возбужденного состояния (дважды), фотоокисления, безызлучательного перехода, свечения акцептора и высвечивания кванта. Квант генерируется, как предполагалось в это время, по крайней мере тремя механизмами, среди которых: рекомбинация радикалов, взаимодействие радикала с кислородом и взаимодействие перекиси с сильно восстановленным соединением. С последним случаем, опосредованным перекисью H_2O_2 и ее производными, оказалось возможным связать ряд биохимических реакций, сопровождаемых сверхслабым свечением.

К ним относятся:

1) хемилюминесценция при действии H_2O_2 на биологически важные соединения: рибофлавин, хлороформ, белки, цистеин и меркаптосоединения;

2) свечение, при действии перекисных радикалов липидов на антиоксиданты;

3) свечение в митохондриях и гомогенатах (опосредованно H_2O_2 или перекисными радикалами липидов); в гомогенах печени крыс перекись вызывала и характерное для люминесценции красное свечение; в случае липидов, помимо красной (> 640 нм), наблюдалась также и зеленая (510-530 нм) компоненты спектра свечения;

4) свечение после облучения рибофлавина в присутствии H_2O_2;

5) термолюминесценцию хлоропластов, возникающую при их освещении, когда образуются перекиси липидов, взаимодействие которых с хлорофиллом, при нагревании, сопровождается свечением. Заметим известное: энергия всякой биохимической реакции является запасенной при фотосинтезе и постепенно растрачиваемой в ходе других биохимических процессов [92] (см. далее фотосинтез и ОВР [94, 95]).

Во всех в.н. случаях H_2O_2 взаимодействовала с донорами электронов. В этот период рассмотрение процесса хемилюминесценции, связанной с внутри- и межмолекулярными электронными переходами, и объяснение механизма свечения казались плодотворными не только в отношении обратных фотохимических и реакций рекомбинации анион-радикалов с сильными окислителями, но и других подобных реакций в различных химических и биологических системах [92].

Одновременно, обсуждаемое свечение было найдено и для белковых пленок и растворов, усиливающееся в присутствии кислорода, но затухающе более быстро в присутствии антиоксидантов (*зд*. цистеина; а также ионола и α-нафтола, известных тушителей перекисных ROȮ-радикалов). В этом случае длительное послесвечение белковых порошков (в области ~220 и ~280 нм, характерных для триптофана) ассоциировалось с фосфоресценцией после УФ-облучения, хотя явление было более сложным для белковых пленок (с максимумом в области 440 нм, характерном для ароматических АК). В целом, механизм послесвечения здесь, скорее всего, включал несколько этапов: образования радикалов и выход их в раствор (1), рекомбинацию радикалов и свечение (2), образование перекисных радикалов в присутствии кислорода (3), рекомбинацию перекисных радикалов и свечение (4) и взаимодействие перекисных радикалов с ингибитором без последующего вероятного свечения (5). Свечение (особенно, в области 400 нм) после облучения видимым светом было связано с присутствием в белках сульфгидрильных групп, а окисление SH- или восстановление -S-S-групп вело к исчезновению эффекта послесвечения. Также свечение (в области 460-480 нм) наблюдалось после добавления к белкам определенных концентраций химических агентов (зд. H_2O_2; ледяной уксусной кислоты или мочевины в присутствии кислорода), но ослаблялось в вакууме и в присутствии ингибиторов свободнорадикальных реакций. В итоге сделан вывод, что за длительное послесвечение и хемилюминесценцию здесь, по-видимому, ответственны перекисные радикалы (при освещении в присутствии кислорода) и сама H_2O_2 (в темноте). Перекисные радикалы (ROȮ) образовывались под действием УФ-облучения (скорее всего, это касается RH-радикалов ароматических тирозина /

триптофана белков, фотоионизация которых приводит к отрыву протона и образованию Ŕ-радикала) и перекисных радикалов воды (HOȮ). Разложение ROȮ, и в определенном конформационном состоянии макромолекул, могло вести к появлению возбужденных триплетных / синглетных состояний (зд. ароматических аминокислот) и, в частности, к последующему внутримолекулярному взаимодействию с SH-группой, влияющей на интенсивность послесвечения. Хемилюминесция, например, сывороточного альбумина, усиливалась в несколько раз (4-5) при тепловой денатурации в присутствии H_2O_2. Переход из в.н. возбужденных состояний в основное сопровождался испусканием кванта с низким одноименным выходом. Связанное с рекомбинацией перекисных радикалов биомакромолекул свечение касается и нуклеиновых кислот, т.к оно возникало при нагревании рентген-облученных растворов ДНК, в составе которой, известно, содержатся перекиси пуриновых оснований [92].

В целом, в описываемый период (60-е годы прошлого века) измерение спектров сверхслабых излучений (с максимумами, обычно, в области ~450-460 и ~510 нм), а также определение всех участвующих в генерации сверхслабого свечения / послесвечения молекул (белков, жиров, липидов, нуклеиновых кислот, др.), поставляющих для этого энергию и фотоны эмиссии в биологических системах, было возможным только отчасти. К предложенной области спектра относились и феномены фосфоресценции белков и триптофана (при комнатнной t^o-ре), а также люминесценции ван-дер-ваальсовых комплексов кислорода [92].

Квантовая динамика окислительно-восстановительных реакций (на основе одноименной работы, авт. Еремин В.В. [94])

Фотосинтез, как и большинство других играющих основополагающую роль биологических процессов, ассоциирован, по-сути, с чрезвычайно быстрым (за время от 10^{-13} до 10^{-12} сек) почти фемтосекундным диапазоном действия окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Они изучаются с помощью методов химической динамики и с применением нестационарной квантовой механики к описанию ядерных колебаний. Донорно-акцепторный перенос электронов в конденсированных фазах представляет собой безызлучательный (горизонтальный) переход между двумя электронными состояниями донора и акцептора (DA и D^+A^-). Это происходит без изменения общей энергии системы в процессах, описывающих колебания ядер, и в

условиях, когда при любой температуре существует равновесное больцмановское распределение молекул по колебательным уровням энергии. Вертикальные переходы сопровождаются испусканием или поглощением света [94]. Вероятность любого электронного перехода пропорциональна квадрату интеграла перекрывания волновых функций, описывающих в.н. колебания ядер в их исходном и конечном состояниях, энергия которых зависит от координат ядер-участников перехода. В свою очередь, координаты описываются площадью поверхности потенциальной энергии и взаимодействием донора и акцептора с молекулами среды в процессе параболлоидных гармонических колебаний. Вероятность переноса усиливается в состоянии / конфигурации ядер с повышенно пересекающимися поверхностями в.н. потенциальной энергии донора и акцептора (DA и D^+A^-). Каждая ОВР характеризуется разностью энергий между двумя электронными состояниями (ΔE, тепловой эффект переноса электрона) и энергией активации переноса электрона (E_A), разграничивающей уровни пересечения потенциально измененной и исходной поверхностей. Перенос электронов от донора к акцептору, в растворе, требует преодоления потенциального барьера, создаваемого молекулами растворителя. И происходит это через стадию образования активированного комплекса с энергией активации E_A (что справедливо для безызлучательного электронного перехода в твердых телах). Если температура становится достаточно высокой для того, чтобы возбудить все колебательные уровни, с которых происходит перенос электрона, то в разных моделях константа скорости перехода [$k(T)$], как и вероятность переноса в в.н. равновесных условиях, описывается одинаковым выражением. В процессе колебательной релаксации, и согласно классическим теориям переноса электронов, равновесное распределение молекул по колебательным уровням устанавливается более быстро, чем происходит перенос электронов [94].

В большинстве химических и биофизических систем донор и акцептор в пространстве разделены, поэтому перенос электрона в окислительно-восстановительных процессах (ОВП) происходит с участием промежуточных соединений (т.н. молекулярных «мостиков», B, *bridge*), к которым относятся молекулы растворителя, углеводородные цепи с сопряженными двойными связями и биомакромолекулы (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты). Эти посредники действуют либо последовательно принимая / отдавая электрон (донор → «мостик» → акцептор; D → B → A), – либо просто сближая и давая вступить в повышено обменное взаимодействие молекулам донора / акцептора при нулевом уровне заселенности «мостика» (выбор пути, при этом, зависит как от разницы

энергетических уровней, так и температуры реагентов). Хотя в обоих вариантах (первый последовательный, второй «суперобменный») для качественного описания заселенностей достаточно формальной кинетики, в случае колебательных структур, проявляемых в этих функциях и отражающих когерентный характер процесса, требуется квантово-динамическое описание.

При фотосинтезе световые реакции происходят во взаимосвязанных пигментных системах: антенном-комплексе и реакционном центре фотосинтеза (он же в.н. ФРЦ). Антенные пигменты поглощают фотоны, энергия возбужденных ими электронов передается в ФРЦ, происходит разделение зарядов и создание мембранного потенциала, обеспечивающего электронный перенос. В принципе, процесс, при котором характеристики «мостика» изменяются, может быть частично управляемым [94]; тем более, что сила (активационная энергоемкость, возбудимость) и длина связи частей D···B и B···A в D···B···A-комплексе, известно, подвержены изменениям [95].

Так ФРЦ пурпурных бактерий (показано методом РСА) включает: 1. ядро, условно состоящее из: а) донора электронов (димера бактериохлорофилла, D), пигмент-восстановитель; б) двух пигментных молекул акцептора (бактериофеофитина, A); в) двух молекул бактериохлорофилла, выполняющих роль «мостика» (B); г) и двух молекул хинона (Q_a и Q_b), которые, далее, принимают электрон от акцептора (акцептор акцептора) и передают между собой ($Q_a \rightarrow Q_b$). Система переноса электронов состоит из двух эквивалентных ветвей. Перенос, однако, происходит только по одной из них. При поглощении первого фотона (первичный перенос) возбужденный донор очень быстро передает электрон через мостик B на акцептор ($DBA \rightarrow D^+B^-A \rightarrow D^+BA^-$). Далее происходит переход электрона от акцептора (A) к хинонам Q_a и, затем, Q_b ($D^+A^-Q_aQ_b \rightarrow D^+AQ_a^-Q_b \rightarrow D^+AQ_aQ_b^-$). Цикл повторяется при поглощении второго фотона, хинон восстанавливается и на мембране вокруг ФРЦ создается электрохимический потенциал. В данном случае первичный перенос электрона может использовать три механизма, – последовательный, суперобменный и смешанный. Интересно, что, т.к. доля участия того или иного механизма в переносе зависит от разности энергий донора и «мостика», то, неудивительно, оказалось, что с изменением этой величины, стало возможным управлять механизмом этого процесса с помощью химических или генетических модификаций [94].

Так, например, замена одной аминокислоты в каком-либо из белков вокруг ФРЦ позволяла перейти от последовательного механизма к суперобменному. А замена трех аминокислот вела к эффекту доминирования смешанного механизма с преобладанием

последовательного переноса при высоких температурах, – или суперобменного переноса при низких температурах. При замене бактериофеофитина на растительный феофитин перенос электрона с «мостика» на акцептор был блокирован и вел к одностадийному переходу между донором и мостиком (по схеме DB → D^+B^-). В этом случае необходимо применять спектроскопию с высоким временным разрешением, находящимся в фемтосекундном (10^{-15} сек) диапазоне. За динамикой перехода наблюдают с помощью двухстадийной схемы «накачка-зондирование», когда первый световой импульс (длительностью ~30 фс) переводит донор в возбужденное электронное состояние (D*), откуда электрон, далее, переносится на «мостик»: DB + $h\upsilon$→ D*B (вертикальный электронный переход) → D^+B^- (горизонтальный электронный переход). Второй импульс света (1020 нм) ассимилируется активированным «мостиком» продукта реакции (D^+B^-), а интенсивность поглощения указывает на то, как развивается во времени процесс накопления продукта. Динамика переноса электрона определяется: а) внутримолекулярными высокочастотными колебаниями, которые обеспечивают собственно перенос; б) а также низкочастотными колебаниями, обеспечивающими колебательную релаксацию и рассеяние исходной колебательной энергии в среду, – и, таким образом, отвечающими за взаимодействие в.н. молекул (D-B-A) с белковым окружением [94].

Временно́й спектр поглощения продукта (и при малых временах) содержит максимумы и минимумы интенсивности, характерные для когерентно-обратимого процесса. При этих условиях существенны только высокочастотные колебания. Низкочастотные же моды, уничтожающие исходную колебательную когерентность, проявиться не успевают, механизм релаксации отсутствует, и обратимые горизонтальные переходы между электронными состояниями D*B и D^+B^-, казалось бы, могли происходить неограниченно долго. Однако, при больших временах (> 500 фс) низкочастотные моды включаются, и монотонное накопление продукта ведет к необратимому электронному переносу. В одномерной модели когерентной динамики электронного перехода (и при малых временах) при электронном возбуждении донора образуется нестационарное состояние. Оно описывается колебательным волновым пакетом, который в области пересечения потенциалов расщепляется на две части. Одна из них с определенной вероятностью (p) переходит в конечное состояние D^+B^-, а другая движется в области исходного состояния D*B. Каждая из частей достигает поворотной точки соответствующего потенциала, волновой пакет начинает двигаться в обратном

направлении и может вновь достичь области пересечения, где перенос электрона возможен в обратном направлении (от B^- к D^+). Такой процесс многократно повторяется, – до тех пор, пока движение пакета остается когерентным, а перенос электрона обратимым. При этом зависимая от времени заселенность электронных состояний (т.е. трехмерная картина неидентичного распределения плотности вероятности заселенности соответствующих электронных состояний донора и «мостика», $|\Psi(x,t)|^2$) приобретает достаточно сложный колебательный характер. Одномерная модель качественно правильно описывает динамику когерентного переноса электронов на временах до 500 фс (т.е. без учета релаксации). А при использовании бóльших времен, учет взаимодействия мостика с белковым окружением требует уже увеличения как размерности, так и числа параметров модели [94].

Суммируя, заметим, что перенос электронов является главной частью окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Процесс приходится на диапазон времен от 10^{-14} до 10^6 секунд (и может занимать 20 порядков). Начиная с времен переноса электронов 10^{-12} секунд и далее (т.е. в большей части диапазона) равновесное колебательное распределение ядер в реагирующих молекулах установиться успевает. И описание скорости ОВР здесь позволяет использовать методы химической кинетики. В теориях электронного переноса, при равновесных условиях, константа скорости выражается через молекулярные параметры: а) энергию взаимодействия электронных состояний донора / акцептора; б) усредненный фактор горизонтального перехода (принцип Франка-Кондона), зависимый от температуры и разницы энергий донора / акцептора. Сверхбыстрые же переходы электрона, занимающие менее одной пикосекунды (*зд.* 10^{-12} с), происходят в результате колебаний ядер и движения колебательного волнового пакета между соответствующими состояниями DA и D^+A^- при неравновесном колебательном режиме. В этом случае требуется подключение / применение методов квантовой динамики {многоимпульсной фемтосекундной спектроскопии: а) импульс накачки инициирует реакцию; б) зондирующий импульс формирует временные спектры излучения / поглощения, когда информацией о развитии процесса является зависимость интенсивности сигнала от времени}. Эти методы позволяют: 1) моделировать спектры, основанные на моделях электронных состояний донора / акцептора; 2) получать хорошее согласие теории с экспериментом. При этом перенос электронов происходит в условиях расположения ядер с близкими состояниями как по энергии, так и по способности к взаимопереносу между состояниями колебательных волновых пакетов. Динамику процесса отражает зависимость общей заселенности электронных состояний от времени. Если функции заселенности

моделируются формально-кинетически, то эффективные константы скорости оказываются зависящими от времени. В целом, квантово-динамические модели сверхбыстрого перехода молекул донора и акцептора выстраиваются для определения тех параметров, механизмов и скоростей химических / биохимических процессов, которые могут повлиять, и на течение / управление которыми можно воздействовать при ОВР [94].

{{*Коммент. авт.* (выводы): согласованные пространственно-временное и количественно-качественное виды управления сложными излучательными / безызлучательными ОВР-процессами, включая их формально-кинетическую, квантово-механическую-(нестационарную) и динамическую компоненты в биообъектах, клетках / организмах {касается, по крайней мере: фотосинтеза; реакций, сопровождающих (био)химические и молекулярно-генетические процессы, – в том числе, при гипотетических вПОТ-механизме и воспроизводстве олиго-НЭ; и т.д.}, протекающих в столь огромном временно́м диапазоне (около 20 порядков: от фемтосекудных – до целочисленных значений), опосредуется быстрыми / сверхбыстрыми переносами когерентных электронов. Переносы трех типов (последовательный, суперобменный, смешанный) происходят в конденсированных фазах и в результате колебательных и вращательных движений, соответственно, атомов и молекул. При неравновесном колебательном режиме результат также зависит от переноса энергии между циклически взаимодействующими электронными состояниями донора, т.н. «мостика» и акцептора, – при формировании нестационарного состояния, описываемого колебательным волновым пакетом при соответствующих значениях параметров окружающей / внутренней сред (температуры, время-зависимой заселенности электронных состояний, и т.д.). Все в.н. (ОВР, электронные переносы, приведенные процессы и реакции) требует специфических способов регуляции, – совместимых с разрабатываемыми при вПОТ «фотонным фейерверком» и «скрытым фотонным фейерверком»}}.

Химическое свечение (на основе одноименной работы, авт. Васильев Р.Ф. [95])

При в.н. фазовых реакциях (*зд.*, – наиболее простых и полно обследованных хемилюминесцентных газофазовых реакциях) обмен колебательной энергией при столкновениях, и в широком диапазоне температур (25-2500 ºС), происходит быстрее, чем ее превращение в поступательную и вращательную энергии. Общий запас энергии мало уменьшается за время жизни возбужденного состояния. Сгорание (свечение)

нестабильных частиц с возбужденными и реакционно-способными молекулами, атомами, радикалами, ионами вещества фиксируют в пламени свечи в условиях интенсивно идущих химических реакций (и достаточного выделения энергии). Кинетику и количественно / качественные характеристики этих реакций, например изменения концентрации, изучают методом хемилюминесцентного титрования в электроразрядной трубке (и др.). Это важно не только для исследования верхних слоев атмосферы под действием солнечной радиации, но и быстрых / медленных процессов горения и взрыва при самых различных условиях [95].

В случае химических лазеров эффект испускания квантов (мощного и узконаправленного пучка света) достигается за счет подбора условий синхронного перевода большой группы атомов из обычно нормального состояния с меньшей энергией, – в состояние с большей энергией, обеспечивающей свечение. Это достигается, в частности, использованием / воздействием вспомогательного источника большой мощности, – не «оптической накачки», а «химической накачки», дающей эффект инверсной заселенности уровней за счет энергии химической реакции, например, в кварцевой трубке с газообразной смесью хлора и водорода. Тогда свет от импульсной лампы разбивает молекулу хлора на атомы, которые взаимодействуют с молекулой водорода и появляются молекулы хлористого водорода (HCl) и молекулы водорода (H_2). При взаимодействии атомов водорода (H) с молекулой хлора (Cl_2) выделяется энергия, соответствующая нескольким более заселенным и повышенно энергетическим уровням колебательно-вращательного движения молекулы HCl. А переход между в.н. парами уровней и дает интенсивную вспышку в инфракрасной области с интервалом в несколько микросекунд [95].

При более сложных жидкофазных реакциях (в растворе) молекулы / атомы испытывают множественные столкновения, колебательное возбуждение быстро затухает, а энергия вращательного движения полностью отсутствует. Редкие случаи описания в этих условиях хемилюминесценции связывают не с колебательными или вращательными, а с электронными спектрами испускания (переходами) продуктов реакции. Уже в начале XX века, – и, далее, до 40-х годов (на основе счетчиков Гейгера-Мюллера, регистрирующих даже 10 фотонов на 1 $см^2$/сек), – были опубликованы исследования о широкой распространенности хемилюминесценции и исключительно слабого ультрафиолетового излучения, в которых перечислено большое количество реакций неорганических и органических соединений. В дальнейшем широкодоступными стали

высокочувствительные приемники света (фотоэлектронные умножители, ФЭУ), применение которых позволяло обнаружить свечение во многих химических реакциях. К этим соединениям и реакциям относят: нейтрализацию сильных кислот сильными щелочами; гидратацию и дегидратацию хининсульфата; автоокисление бисульфита; окисление органических веществ перманганатом, хромовой кислотой, бромом, йодом; анодное окисление алюминия, магния и кремния. Данные реакции характеризовались крайне низким выходом (порядка 10^{-14}-10^{-15} квантов на акт). Например, при пропускании над нагретым порошком окиси магния воздуха с насыщенными парами некоторых органических веществ {таких, как C_2H_5OH, CH_3CHO, CH_3COOH, $(CH_3)_2CO$, $C_6H_5CH_3$, $C_6H_5CH_2OH$} наблюдают т.н. гетерогенную оксилюминесценцию, – т.е. хемилюминесценцию реакций окисления органических веществ на поверхности катализатора (окиси магния), при которой эмиттерами служат высоко конденсированные продукты окисления или их набор, а энергия, скорее всего, передается с первичных продуктов окисления [95].

В видимой области спектра свечение (хемилюминесценция) было зарегистрировано для большого числа химических реакций самых разных классов и типов:

1) озонирования углеводородов;

2) термического распада в растворах перекисей, гидроперекисей, азосоединений;

3) термического-распада / окисления в газовой фазе перекисей, гидроперекисей, алкилиодидов, алкилнитритов, азотной кислоты, нитрометана, ацетальдегида, этилгипонитрита;

4) электролиза: этанола, уксусной кислоты, уксуснокислого калия, натриевых солей уксусной, пропионовой, лимонной, винной кислот, реактивов Гриньяра, аминокислот и ряда других органических веществ;

5) окисления кислородом углеводородов и других, органических соединений в растворах;

6) конденсации хлорангидридов кислот с аминами, поликонденсации (реакция получения нейлона);

7) окислительной деструкции полипропилена и других полимеров;

8) окисления мочевины гипогалогенитами;

9) разложения перекиси водорода;

10) взаимодействия перекиси водорода с хлористым оксалилом, гипогалогенитами, пирогаллолом, молекулярным хлором;

11) переноса электрона от анион-радикала к катион-радикалу ароматических веществ;

12) нейтрализация сильных кислот щелочами;

13) окисления кислородом тетракси-(диметиламино)-этилена;

14) др. [95].

В целом, уже даже из рассмотрения результатов исследований свечения в газофазных реакциях следует, что «просто» химическое свечение, – сложное явление, определяемое как кинетикой и механизмом реакции, так и люминесценцией возбужденных молекул, их продуктов и вторичными физическими процессами с их участием. А в более сложных системах такое рассмотрение, и в контексте дисциплин физической химии / оптики (соответственно, с использованием методов химической кинетики и определения закономерностей хемилюминесценции), тем более требует применения исходно не дешевой и требующей дополнительного материала для анализа чувствительной и сверхчувствительной светоизмерительной техники / аппаратуры [95].

Яркую хемилюминесценцию, наблюдаемую даже в отсутствии высокочувствительных приборов, дает не до конца понятный процесс окисления люминола и родственных соединений {наблюдали в жидкой фазе, в присутствии сложной смеси, состоящей из воды / растворителя, гидрата окиси калия / натрия, H_2O_2 (или O_2, с понижением интенсивности свечения), гидразида и активирующего сильного окислителя (гипохлорита натрия или феррицианида калия или металла переменной валентности)}. Свободные радикалы (в том числе комплексы люминола с катализаторами, солями меди) значительно усиливали, а их «улавливатели», наоборот, ослабляли свечение. Свечение люминола в сильнополярных слабокислых растворителях (диметилсульфоксиде, диметилформамиде) происходит в присутствии кислорода и основания, и сопровождается выделением азота и аминофталатиона. Люцигенин, сложное гетероциклическое соединение, предположительно, претерпевая разрыв связи в виде окиси или выделяя вероятный эмиттер N-метилакридон, дает хемилюминесценцию (свечение в отсутствии самопоглощения или переноса энергии) с квантовым выходом 1-2 фотона на 100 молекул в.н. эмиттера [95].

Яркое свечение давали также лофин (1), реактив Гриньяра (2) и тетракси-(диметиламино)-этилен (3). Первый окислялся до димера, диссоциирующего на два радикала (2-,4-,5-трифенилимидазола), реагирующих с кислородом с образованием перекиси, разложение которой сопровождается свечением (хотя линейнозависимо хемилюминесцировали и два десятка других эмиттеров, – реакционно способных

продуктов реакции, имеющих общую природу происхождения). Второй, – высокоинтенсивно окислялся кислородом с низким выходом хемилюминесценции (~10^{-9} фотонов на молекулу) в широком диапазоне температур (от «+»17 до «−»40 °С), но интенсивность хемилюминесценции нарастала с увеличением концентрации O_2. Контакт с кислородом воздуха третьего соединения, тетракис-диметиламино-этилена (ТДЭ, полученного при димеризации бис-диметил аминокарбена), приводил к появлению яркой и продолжительной хемилюминесценции (сине-зеленому свечению), спектр которой совпадал с таковым для флуоресценции ТДЭ (с максимумом в области 515 ммк, смещавшимся при низких температурах в синюю область). Но только ~1% окисленных молекул ТДЭ приобретали возбужденное состояние, – и, по-видимому, в результате переноса энергии с возбуждаемого в реакции промежуточного продукта реакции, – причем только в растворах с такими донорами протонов, как H_2O и спирты. Однако низшие спирты и некоторые продукты реакции (тетраметилмочевина, тетраметилоксамид) относятся к классу тушителей хемилюминесценции. Эмиттером, предположительно, является сама молекула ТДЭ (со средним расчетным выходом в 10^{-7}-10^{-6} фотона) [95].

Очень слабая хемилюминесценция, в основном в синей части спектра (с энергий большей чем 65-70 ккал/моль), оказалась широко распространенной для реакций распада перекисей (особенно в присутствии таких катализаторов, как соли металлов переменной валентности: меди, цинка, кобальта), гидроперекисей и азосоединений в растворах (для всех, – при 50-100 ºС; регистрировалось чувствительным ФЭУ при низкой температуре). Если катализаторами являлись соединения сложных метало-красителей (порфирины, хлорофилл), то спектры хемилюминесценции совпадали с таковыми для флуоресценции красителей. Детальный механизм возбуждения красителей не яснен, но, возможно, полученную от возбужденных продуктов реакции энергию они передают с высоким к.п.д. в виде света. Интенсивность свечения прямо пропорциональна концентрации распадающегося вещества и экспоненциально росла с повышением температуры [$I \sim \exp^{(E/RT)}$, где Е совпадает с энергией активации реакции]. Это соответствовало процессу рекомбинации свободных радикалов с выходом на продукты реакции, когда в стадии возбуждения выделялась значительная энергия в 90-100 ккал / моль (эквивалентна квантам видимой области спектра, где происходит возбуждение продуктов реакции) и новые радикалы. В ряде случаев явление осложнялось побочными процессами и свечением в других областях спектра (например, красной). В целом, хемилюминесценция

усиливалась по мере увеличения скорости гибели радикалов (их реакционной способности) [95].

Тем не менее, яркость хемилюминесценции реакции окисления углеводородов (их производных) была приблизительно на порядок и более выше таковой при термическом распаде. Механизм цепной радикальной реакции при достаточно высокой температуре является разветвленным, а при умеренных температурах протекает только начальная ее стадия. Образование гидроперекиси ROOH происходит в три начальных стадии: а) инициирования цепей и появления углеводородных радикалов и перекисных радикалов; б) цепной реакции, окисления кислородом и взаимодействия в.н. агентов с молекулой углеводорода; в) обрыва цепи (в результате рекомбинации или диспропорционирования радикалов) и образования перекисей и других продуктов реакции (включая молекулярный кислород). Перекиси способны предпочтительно, и без затрат на энергию активации, взаимодействовать друг с другом в процессе сложной реакции с участием переходного комплекса и последующим распадом на молекулярные продукты и O_2. Равенство скоростей рекомбинации и инициирования реакции достигалось при стационарных условиях. Хотя хемилюминесценция окисления органических веществ интенсивнее таковой при термическом распаде, она все-таки очень слабая, и для ее регистрации требуется спектрометр со специальными зеркалом, щелью и дифракционной решёткой. Однако, как и в реакциях термического распада, интенсивность свечения может зависеть только от температуры и концентрации инициатора, – если последний вводится в качестве специального вещества (усилителя рекомбинационного возбуждения) [95].

Спектры хемилюминесценции оказались подобными спектрам испускания / люминесценции кетонов (*зд.*), полученным при облучении УФ-светом (т.е. фотолюминесценции). Это подтверждено дополнительными оптическими характеристиками, такими как интенсивность (тесно связаной с квантовым выходом), поляризация и длительность свечения. У молекул в возбужденном состоянии в целом в.н. длительность свечения варьирует в очень широком диапазоне и зависит от способности сохранять и отдавать полученную энергию / квант. Однако для конкретных молекул среднее время жизни определяется индивидуальными свойствами данного вещества (например, у разных органических молекул оно варьирует в широком диапазоне от 10^{-9} до десятков секунд). Это время, как и квантовый выход излучения, определяются косвенно: а) по гашению хемилюминесценции возбужденных состояний молекул и переходу их в основное состояние рядом веществ в определенной концентрации (тушение излучения); б)

а также по переносу энергии возбуждения на окружающие молекулы, т.н. люминофоры-активаторы {например, молекулы кислорода (концентрационнозависимо), йодистого калия, нафталина и др.; (это уже тушители других видов энергии)}. Падение интенсивности свечения при этом нарастает с ростом концентрации тушителя. Время жизни эмиттеров хемилюминесценции в разных реакциях оказалось равным от 10^{-7} до 10^{-4} секунды (что хорошо согласуется с данными для соответствующих кетонов). Все подобные характеристики (спектр, квантовый выход и время жизни) имеются и у взаимодействующих с первично-возбужденными частицами молекул-активаторов, используемых при определении выхода люминесценции эмиттера. К ним относятся, в частности, молекулы антрацена, алкил- / фенил-галогенпроизводных антрацена, хлорофилла, антрахинона, оксазолов, пиразолинов, эозина и др. (взаимодействие усиливается с ростом концентрации). Хемилюминесценция, излучательный переход из триплетного состояния в основное синглетное, определяется соотношением скоростей / частот дезактивации (при столкновениях) одной и высвечивания другой из взаимодействующих молекул. Так, например, окисление этилбензола или циклогексана сопровождается излучением фотона только одной из двух тысяч молекул. Одновременно соблюдается правило равенства суммарного спина в начальном и конечном состояниях (и при соблюдении запрета на другие виды переходов) [95].

У большинства молекул перекисей, вступающих в реакции рекомбинации, соответствующие электронные уровни обычно расположены наиболее высоко и изначально заселены слабо. Причем, например, из двух триплетных уровней, раньше и эффективнее заселяется тот, который требует меньшей энергии (для диацетила, при окислении метилэтилкетона, это ~58 ккал/моль; а для ацетофенона, при окислении этилбензола, – больше, ~73 ккал/моль). Здесь сосредоточено недостаточно энергии, необходимой для возбуждения молекул (при рекомбинации перекисей радикалов выделяется только ~100 ккал/моль). Среди кетонов, спиртов и O_2 (продукты реакции) энергия распределена неравномерно, – что ведет к неодинаковой эффективности различных элементарных актов. Число молекул с достаточным для возбуждения уровнем энергии чрезвычайно мало и зависит от высоты электрон-возбужденного уровня или порции выделившейся энергии. Дезактивировать и дать низкий выход возбужденному продукту может и близко расположенный к нему кислород. Однако, низкоинтенсивная хемилюминесценция, в окислительных реакциях, сегодня надежно фиксируется в.н. современными ФЭУ и позволяет этот важный процесс оценить количественно [95].

Окисление неорганических соединений {гидразина N_2H_4, сернистой кислоты H_2SO_3 и ее солей, красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$, и др.} и их слабую хемилюминесценцию наблюдают в водных растворах, где роль окислителей выполняют перекись водорода, молекулярный кислород (часто с катализатором), гипохлорит и гипобромит. Присутствие радикалов здесь обнаружено методом ЭПР, дополнительным к люминесцентному. (ЭПР является прямым методом определения / идентификации радикалов, их стационарной концентрации. Но в биосистемах, и из-за низкой концентрации здесь субстрата, требуется использование повышенных количеств реактивов, – или применение спиновых ловушек, которые, если не разрушаются, то вносят изменения в биохимизм процессов. Этих недостатков лишен метод ХЛ, хотя с его помощью определяется не концентрация, а скорость реакции образования радикалов, которой, в свою очередь, пропорциональна интенсивность ХЛ, независимая от реакционной способности радикала [98]). Свечение также замечено даже при реакции нейтрализации сильных оснований сильными кислотами ($NaOH + H_2SO_4$) в присутствии кислорода (O_2). Эти реакции сопровождаются достаточным для возбуждения синглетных состояний кислорода выделением энергии (в 23 ккал/моль, 38 ккал/моль; последнее значение соответствует красной области спектра). При этом смещение в сторону больших энергий происходит после выделения «обобществленного» кванта энергии слабым комплексом, образованным двумя возбужденными молекулами кислорода {в очень низкой концентрации, и за очень короткий, фемтосекундный (*зд.*, менее 10^{-13}), диапазон времени жизни}, переходящими в невозбужденное состояние ($2O^*_2 = 2O_2 + h\nu$) в растворе или при продуве. При таких условиях, с возбуждением и сверхслабой люминесценцией комплекса, могут успешно конкурировать побочные реакции (подтверждено в эксперименте) [95].

При необходимости, высокие концентрации активных свободных радикалов могут быть получены при использовании таких методов, как: а) осаждение продуктов электрического разряда или фотолиза на холодной поверхности; б) фотолиз или радиолиз замороженных растворов, или твердых веществ. При последующем размораживании или растворении образцы радикалов могут взаимодействовать друг с другом, одновременно обнаруживая хемилюминесцентное свечение (например): желто-зеленого света для размораживаемых ароматических соединений; зеленовато-голубого, – для нагретых продуктов реакции атома водорода с азотоводородными соединениями (азидоводородом HN_3 или гидразином N_2H_4). Слабая хемилюминесценция наблюдается и при растворении облученных ДНК, белков и полиметилметакрилата. При электролизе (электрохимических

реакциях в отношении этанола, уксусной кислоты, уксуснокислого калия, др.) первичные продукты окисления / восстановления сильно реакционноспособны, крайне неустойчивы и выделяемых при этом энергий достаточно для возбуждения видимой хемилюминесценции (слабого свечения). При этом могут эксплуатироваться постоянный / переменный (различной частоты) токи. В первом случае, это касается, в частности, электролиза щелочного раствора флуоресцеина / эозина; во втором, – позволяет обнаружить дополнительные хемилюминесцирующие процессы и оценить время жизни активных анодных продуктов (~1 сек). При т.н. сонолюминесценции, вызываемой действием ультразвука (1), нарушающим «сплошность» некоторых жидкостей, слабое свечение, предполагают, возникает в результате сильного нагревания газа при его сжатии (2), образования зарядов (3) и последующей электроразрядке (4) [95] {можно предположить и включение механизма, связанного с действием некоторых квазиэлементарных частиц (5)}.

Наконец, способностью биолюминесцировать обладают многие виды земных и морских организмов (некоторые бактерии, грибы, радиолярии, губки, кораллы, гидры, морские черви, ракообразные, моллюски, улитки, сороконожки, насекомые, морские рыбы, др.). Не люминесцируют, однако, высшие растения, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие (то же относится и к пресноводным организмам, – за исключением нескольких видов бактерий; это не касается, однако, сверхслабого свечения). Хотя доля люминесцирующих (самосветящихся) видов среди всех остальных очень невелика, они рассеяны по почти трети всех их классов и типов. У светящихся организмов механизмы реакций свечения не совпадают, но включают, как правило, общие для них люциферины (сложные гетероциклические соединения) и люциферазы (белки в более чем 1000 АК блоков), оказавшиеся специфичными у разных биологических видов. В ключевой стадии, и в присутствии АТФ (концентрационнозависимо, начиная с 10^{-10} – 10^{-9} г/мл), люциферины окисляются молекулярным кислородом с образованием оксилюциферина (в основном / возбужденном состоянии) и воды. Удивительно, в этих реакциях наблюдают очень высокий квантовый выход, – почти один фотон (0,88) на каждую окислившуюся молекулу люциферина, который, в составе комплекса с люциферазой и АМФ, оказывается более устойчивым к дезактивации столкновениями с окружающими молекулами. В то же время, при хемилюминесценции, и по сравнению с практически любой биолюминесцентной реакцией, показатель квантового выхода значительно ниже [95].

У немногочисленных светящихся фотобактерий, обладающих сложной люминесцентной системой, есть свои особенности БЛ и эффективного преобразования химической энергии в свет. Энергия возбуждения появляется при окислении кислородом (1) восстановленного флавинмононуклеотида (2) и, в то же время, алифатического (C_{14}) - альдегида (3) до миристиновой (C_{14}) кислоты (необходимы все три компонента; а исследуемые альдегиды, среди которых феромоны насекомых, должны иметь не менее 7 углеродных атомов в цепи). Далее энергия переносится на люциферазу (пероксид-ФМН-H_2-люцифераза → ФМН; опущены стадии присоединения к комплексу в.н. альдегида, образования из него жирной кислоты и возбужденного гидроксила воды), а не люциферин. Именно поэтому бактериальная очищенная люцифераза (и, в меньшей степени, суспензии светящихся бактериальных клеток, их экстракты) широко используется в подобных биохимических анализах (определения низких концентраций O_2, др.) для оценки: а) загрязненности воды (токсичными веществами, например, тяжелыми металлами, др.); б) предварительной оценки эффективности новых антибиотиков; в) определения концентрации ФАД, активности различных дегидрогеназ (например, ЛДГ), и др. Реакция окисления ФМН-H_2 (и только в присутствии O_2, концентрационнозависимо; а без O_2 нет свечения) идет с очень небольшим квантовым выходом (до ~5%). К настоящему времени химические и физические явления, связанные с превращениями энергии биохимических реакций в излучение, в основном, расшифрованы, а методы с применением ХЛ / БЛ, – широко используются в лабораторно-клинических исследованиях. Тем более, что субстрат люциферин может быть получен биосинтетически, а фермент люцифераза, – генно-инженерными методами [95, 97].

В случае медузы *Aequorea* также хемилюминесцирует белок, фотопротеин экворин, содержащий ковалентно связанный люциферин, который в присутствии даже очень низких концентраций ионов [Ca^{+2}]: а) подвергается химическому превращению в возбужденный продукт; б) хемилюминесцирует с интенсивностью, динамически определяющей содержание свободного кальция, например, при мышечном сокращении (высокочувствительный метод биолюминесценции) [97].

Среди причин появления и сохранения биолюминесценции у разных биологических видов, хотя этот вопрос еще далеко не прояснен, главной считают необходимость одновременно эффективной и безопасной утилизации кислорода, появившегося на определенном этапе развития атмосферы Земли. Кислород, как и некоторые другие окислители-восстановители, с одной стороны обладает токсичными

(неблагоприятными, отравляющими), а с другой, – обеспечивающими энергию и регуляторными, в частности, окислительно-восстановительными свойствами. Последние отвечают, также, за возбуждение молекул и излучение света. Процитируем одного из авторов данного раздела: «Трудно вообразить, чтобы столь сложный аппарат (*зд*. биолюминесценции) был создан для ненужного процесса» [95]. Важно, что во многих биологических системах обнаружено слабое свечение в видимой области, также характерное для хемилюминесценции, но связанной здесь с не ферментативным окислением субстрата. Это свечение, по-видимому, имеет ту же природу, что и ультрафиолетовое излучение, и возбуждение происходит в тех же процессах рекомбинации перекисных радикалов. Оба явления не связаны со специализированными органами или ферментной системой и являются как бы «свойством материала», – в отличие от классической биолюминесценция, являющейся «свойством конструкции». Однако, в ряде случаев и такое сверхслабое свечение обнаруживает закономерно глубокую связь с процессами метаболизма, – например, с окислительным фосфорилированием в митохондриях печени крысы. Такое свечение в митохондриях обнаруживает черты сходства с классической биолюминесценцией, т.к.: (1) требуется АТФ (как и в случае светляка); (2) биолюминесценция усиливается альдегидами (подобно случаю у бактерий); (3) яды (например, цианиды, др.) могут вызывать угнетение свечения (как и в случае большинства биологических видов). Предполагают, что транспорт электронов, специфически сопряженный с реакциями с участием белков и липидов, может быть единым / исходным механизмом формирования названных типов свечения (биолюминесценции) [95].

{{*Коммент. авт.* (выводы): по-видимому, для определенных / специфических излучений, сопровождающих передачу в.н. биологической или небиологической энергии, всегда существует система, в которой они являются, помимо прочего, еще и некоторой сигнально-информационной волновой характеристикой и полевой пространственно-временной составляющей. {В случае, например, даже электрических трансформаторов (включая бытовые), в передаче энергии могут участвовать высокоимпульсные виртуальные фотоны (сформированные в результате и формирующие взаимодействия ядра атома с орбитальными электронами [203]), длина волны которых соответствует размеру зазора между обмотками приборов; а в случае тока, текущего в электросетях, вокруг кабеля промышленной частоты в 50 герц, – распространяться радиоволны с длиной волны ~6000 км [114]. В прилегающем к проводнику пространстве функционируют ЭМ-

волны, но число электронов на его входе и выходе одинакого. Хотя это электроны внешних, в основном d- и f-орбит атомов, они не ведут себя как валентные, т.к. расположены, скорее, внутри в.н. виртуально-дискретных ГРОД-оболочек, которые разделяют частично и полностью заполненные орбитали, имеют радиус действия в объеме целого атома (а не центра масс ядра, т.е. его керна) и иные диэлектрические свойства (кривизну пространства) и «текут» подобно в.н. векторным бозонам [203]}. Свечение необходимо рассматривать в общем ряду волновых и информационно-регуляторных свойств, которыми наделены разные компоненты и, в частности, биомакромолекулы живых организмов, пребывающих, одновременно, в насыщенном волновом (близком / дальнем) пространстве как окружающей их «живой», так и «неживой» косной среды}}.

Биофотоника

Предисловие

Данная междисциплинарная наука:

(а) изучает взаимосвязь и взаимодействия между фотонами и объектами биологической природы (слияние *de facto* фотоники и биологии), процессы генерации и использования этих элементарных частиц для изображения, выявления и управления в.н. объектами;

(б) позволяет надеяться на своевременное выявление (раннюю диагностику) многих заболеваний и индуцируемое светом лечение.

Одновременно, биофотоника является мощным инструментом изучения молекулярных событий (экспрессии генов, белок-белковых взаимодействий, пространственно-временного распределения биологически важных молекул, биомакромолекул, и многих / различных химико-физических процессов в живых клетках и организмах). Клеточные структуры, известно, способны к воспроизводству, возбуждению светом, отсроченному его испусканию. Для обнаружения и изображения биологических систем на молекулярном, клеточном и организменном уровнях часто используются флуоресценция, рассеяние и некоторая проникающая способность света. Новые разработки касаются двух / трех-(2D / 3D)-мерного изображения, анализа свойств и биологического значения сверхслабых излучений. В ряде случаев свет генерирует метаболические процессы в живых организмах, является удобным оптическим средством выявления структуры и функции живых клеток и организмов.

Биофотоника является частью квантовой биологии, новым типом биофизики, обеспечивающим новое видение молекулярных деталей (накопленных молекулярными биологами), ориентированным на целостный взгляд на организм и использование языка сверхслабого спонтанного излучения живых тканей и клеток (биофотонной эмиссии, BPE). В основе лингвистики BPE (включая фиксируемую излучательную и потенциально / реально существующую безызлучательную ее компоненты) лежит использование языка воспроизводимого клеткой и ее в.н. структурами света, вызванного им возбуждения молекул / их-частей и последующих люминесценции, задержки (в широком временном ряду) и колебаний люминесценции. Одним из наиболее существенных вопросов является вопрос о согласованности и несогласованности биофотонов.

В широком смысле, исследования в биофотонике как в науке: а) имеют первостепенное значение для сохранения лидирующих позиций в образовании (биомедперсонала; становлении новых поколений); б) создают много возможностей для химиков, физиков, биологов, инженеров и врачей (профессионалов здравоохранения). Много дискуссий посвящено новым спектроскопическим методам (микроизображению, оптической томографии; технологиям слабоинвазивного вмешательства, визуализации, мониторинга и зондирования комплексных систем на клеточном / субклеточном уровнях), позволяющим определить структуру и функцию клеток и тканей. В микроскопии, в частности, описан новый световой микроскоп с эксплуатацией затухающих волн и сверхвысокими угловыми / линейными значениями апертуры (характеристикой, описывающей способность прибора собирать свет без дифракционного рассеяния деталей изображения). Это устройство может быть использовано для изучения динамики флуоресцентных объектов клеточной мембраны при сверхслабом освещении. А оптическая когерентная томография, ОКТ (=OCT) с высоким пространственным разрешением, и на основе технологий согласованности оптических доменов, позволяет неинвазивно, быстро и локализовано получать диагностическую информацию. {Раздел «Биофотоника» построен (*зд*.), прежде всего, на изложении / анализе представленных в одноименной, «Biophotonics», работе авторов Shen X., Wijk R.V. (et. all) данных [50], и, как и остальные разделы, содержит, также, комментарии автора}.

Ученые каждой из областей биофотоники представляют новые результаты по спонтанному излучению фотонов (в основном, сверхслабому), обсуждают возможные источники света внутри клеток и биокоммуникативные аспекты, − а также согласованные / когерентные излучения, поля (т.е. с различной степенью устойчивости к помехам «когерентные состояния», позволяющие оптимизировать организацию, качество информации и распознавание образов т.н. «сжатых состояний», при которых фотон может преодолеть щель с шириной меньшей, чем длина его волны). По-видимому / (очевидно), свойства биообъектов не могут быть сведены к простому суммированию особых свойств многих молекулярных компонентов. Биофотоника предоставляет возможность подняться несколько / (существенно) выше редукционистского биохимического подхода в молекулярной биологии и исследовать понятие «квантовой биологии». Новые разработки в спектроскопии позволяют обнаруживать многокомпонентные белковые комплексы, правила функционирования / взаимодействия которых не сводятся к «написанному» о них в ДНК. Это касается структурообразования / фазовых-переходов в сложных белковых

структурах цитоскелета, а также движения, динамические структуры отдельной / множеств клеток, явлений синхронизации и колебательных процессов. Предлагаемый новый тип биофизики сосредотачивается на аспектах целостности организма, пытается обеспечить новые видение и синтез, построенные на богатстве предоставляемого / накопленного молекулярными биологами материала (т.н. молекулярных деталей) [50]. {{*Коммент. авт.* (выводы): именно в соответствии с выше сказанным можно считать (упрощенно), что гипотетические вПОТ-механизм и «ретранслосома», в которой, предположительно, воспроизводится олигонуклеотидный эквивалент эпитопа (олиго-НЭ), функционируют (в Мт / Хп) при участии не только в.н. молекул и структурообразущих компонент (мембран Мт / Хп), но и различных сигналинг-регуляторных наборов / пакетов фотонов, обозначенных понятием (феноменом) «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк»}}.

Специфические источники энергии

Важным является аспект изучения специфических источников энергии, которые непрерывно накачивают биофотонное поле сверхслабым излучением фотонов при хемилюминесценции в результате релаксации электрон-возбужденных состояний, генерируемых в реакциях с участием АФК (ROS). До недавнего времени эти источники не рассматривались, т.к. считались побочными продуктами биохимических процессов, не имеющими отношения к исполнению жизненно важных функций. Постепенно, однако, становится ясным, что АФК являются активными участниками регуляции широкого спектра биохимических и физиологических функций (см. Приложения-глоссарий 1, 2). То же касается и ассоциированного с ними сверхслабого излучения фотонов. К настоящему времени накоплено достаточно информации о том, что фотоны излучаются почти всеми живыми организмами, их клетками. Биофотоника становится центральной междисциплинарнарной областью, выявляющей ранее не известные, но активно функционирующие каналы связи внутри и между клетками, стимулируя, таким образом, новый научный подход к пониманию природы жизни [50]. Одновременно, делокализованность биофотонного поля позволяет функционировать механизму межклеточных коммуникаций, а фотонный захват лежит в основе колебательного поведения поля. Это достаточно давно показано, по крайней мере, в опытах А.Гурвича, С.Коэна (и др.), поставивших вопросы: спектральных распределений, задержки

люминесценции, интенсивности и зависимости биофотонного излучения от температуры; нелокальных эффектов (см. Приложение-глоссарий 3) и корреляционных функций биофотонов; исследований симметрий / асимметрий биофотонного поля человека (в клинико-диагностических целях, при физико-химических взаимодействиях, и др.) [54].

{{*Коммент. авт.* (выводы): таким образом, целые / специфические АФК живых организмов / клеток, их электронные оболочки / орбитали и ассоциированные / неассоциированные с ними фотоны (*зд*., вероятно, и в том числе, в виде феноменов «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк») принимают участие в переносе энергии и регуляторном обеспечении метаболических, (био)химических, (био)физических (др.) и процессов экспрессии генов / геномов, – в условиях накачки делокализованного биофотонного поля сверхслабым излучением. Это сопровождается хемилюминесценцией при релаксации электрон-возбужденных состояний, генерируемых АФК, – и, причем, в результате не побочных реакций, а при исполнения жизненно важных функций регуляторов широкого спектра действия, – но по неидентифицированным пока каналам связи внутри и между клетками}}.

Перенос флуоресцентно-резонансной энергии

Перенос энергии фотонами (*зд*. при диполь-дипольных взаимодействиях соседних молекул, – возбужденной донорской, *D*, и флуоресцеирующей акцепторной, *A*), ассоциированный, в частности, с технологией резонансной флуоресценции (FRET, fluorescence resonance energy transfer), используется при изучении белок-белковых взаимодействий (*зд*. шаперона Hsp27 и белка p38, члена MAPK-семейства митоген-активирующих протеинкиназ, в Hsp27 / p38 / Akt / MK2 стабильном комплексе) в единичных живых клетках, − и при одновременной экспрессии донорных и акцепторных белков в одних и тех же клетках (in-vivo / in-vitro) [51]; {отметим, что если рефолдинг белков и сборка белковых комплексов в пробирке могут идти спонтанно, то в живых клетках эти процессы (*зд*. контролируемые люминесценцией / люциферазой) обнаруживают сильнейшую зависимость от присутствия АТФ и особенностей программирования их предсуществующими шаперон-белковыми молекулярными машинами [53]}. При использовании FRET-метода наблюдали перенос флуоресцентно-резонансной энергии между системами Hsp27 / (хромофор-донора) и p38 / (хромофор-акцептора). Однако, при обработке p38 пероксидом H_2O_2, передача энергии исчезала, а

взаимодействия p38 / Hsp27 нарушались. Анализировались и другие подобные системы (модифицируемые фосфорилированием, арахидоновой кислотой, и др.). Возможное сближение молекул составляло несколько нанометров, − что на 1,5-2 порядка превышает таковое для современного оптического микроскопа (~100 нм).

Это стало возможным с введением в технологию, сначала, специального зеленого флуоресцентного белка, GFP (green fluorescent protein медузы *Aequorea Victoria*), − интактного или модифицированных его версий, обладающих различными спектральными свойствами. Затем, дополнительно, появились эффективные комбинации пар голубого-донорского (CFP) и желтого-акцепторского (YFP) флуоресцирующих белков слияния (наиболее широко использмых в качестве хромофоров доноров и акцепторов при конструировании белков слияния). Метод выгодно отличается от используемых гибридных дрожжевых и систем с коиммунопреципитацией. Первые требуют стабильной экспрессии белков слияния и способности транспортироваться в транскрипционно активное ядро. Вторые, − высокой селективности при взаимодействии растворимых белков из неочищенных экстрактов со специфичными АТ [51]. Также метод позволяет исследовать внутри- / межмолекулярные взаимодействия (измерять резонансную энергию флуоресценции) в клетке и между клетками, изменение конформации (олигомеризацию, колокализацию, образование комплекса, активацию протеинкиназы, др.) и целостность взаимосвязанных и пространственно организованных интактных и модифицированных (протеолизом, фосфорилированием, др.) белковых систем, отдельных целых белков и их участков. При внутримолекулярной FRET хромофоры CFP-доноров и YFP-акцепторов находятся на одной молекуле (*зд*. белка), подвергаются конформационному переходу или служат в качестве субстрата, любое нарушение конформации или расщепление которого могут вести к большим изменениям или даже потере FRET. При межмолекулярной FRET одна из двух исследуемых / взаимодействующих молекул белка (A) сливается с донором (CFP), а другая, молекула белка (B), – с акцепторной молекулой (YFP). После этого два белка связываются друг с другом, – и возникает FRET (за счет разницы энергий излучения от донора в отсутствии и в присутствии акцептора). Таким образом, FRET, осуществляя микроскопическую томографию, оказывается чрезвычайно полезным инструментом обнаружения белок-белковых взаимодействий, локализации и конформационной изменчивости отдельных белков (метаболизма, сигнальных путей, др.) и их комплексов в единичных живых клетках [51].

Однако, необходимо учитывать, что клетка является «устройством обработки» не только биохимической информации. Ее ответ на изменения в окружающей среде также зависит не только от состояния пространственно организованных белковых сетей. Заметим, что более полное понимание функции клеток по интеграции деятельности всех / различных молекул, биомакромолекул, их частей, а также протекающих в ней на микро- / макроуровнях процессов, является вызовом современной биологии. FRET микроскопия, таким образом, является почти идеальной техникой свет-опосредованного определения локализации взаимодействующих в клетках белков [51].

Диагностика с помощью фото- и соно-динамических сенсибилизаторов

Фотодинамическая терапия (ФДТ, PDT) является известным подходом в лечении разных, но, прежде всего, онкологических заболеваний. Она включает выборочное поглощение / удержание фотосенсибилизаторов, облучение светом и последующие образование в таким образом обработанных тканях свободных радикалов (АФК=ROS) и некроза опухоли. Деструктивный эффект связан здесь, в основном, с образованием синглетного кислорода из молекулярного (после которого $^1O_2$ повреждает молекулы-мишени: белки, ДНК / РНК). Это происходит в результате фотон-опосредованного переноса части внутренней энергии атомов с возбужденными уровнями / (орбиталями) электронов хемилюминесцентного зонда фотосенсибилизатора, ранее активированного облучением / светом (определялось, часто, in vitro). Образование синглетного кислорода ($^1O_2$) наиболее часто опосредовано реакциями с участием анион-супероксидного ($O_2^{\cdot-}$) и гидроксильного ($^{\cdot}OH$) радикалов [67]. В данном исследовании выработка в.н. ФДТ-зависимых свободных радикалов (эффективность ФДТ *in vivo*) определялась с участием FCLA-опосредованной (Fluorescel cypridina luciferin analog) хемилюминесценции. Заметное торможение хемилюминесценции можно было вызвать азидом натрия (~10 мМ/л), а незначительное, – супероксиддисмутазой, СОД=SOD (~10 мкМ/л), маннитолом (~10 мМ/л) или каталазой (~100 мкг/мл) [52].

Кроме того, был обнаружен синергический эффект действия некоторых классических фотосенсибилизаторов (*зд*. гематопорфирина HpD, галлий-порфирина ATX-70, др.), используемых с применением ультразвукового облучения, способного глубоко проникать, точно фокусироваться в небольших участках опухоли и, активируя относительно нетоксичные молекулы, минимизировать нежелательные побочные

эффекты АФК (в настоящее время сонодинамическая терапия признана перспективным методом лечения рака). Здесь также использовался в.н. хемлюминесцентный зонд FCLA (оптический фиксатор HpD-производного гематопорфирина в in-vitro / in-vivo экспериментах при РМЖ), который, показано (*real-time*), способен реагировать и обнаруживать синглетный кислород, $^1O_2$ (с эмиссионным максимумом длины волны в ~532 нм) и супероксидный анион-радикал (O_2^-). Среди АФК, обеспечивающих повреждающее воздействие и противоопухолевый эффект при сонодинамической, как и в случае фотодинамической терапии, значительно преобладал синглетный кислород. Визуализация, картина распределения / интенсивности эффектов хемилюминесценции в.н. АФК (ROS) в опухолевых (*зд*. мышей ньюдов, *nude*), а также в прилежащих клетках и тканях (in-vitro / in-vivo) при обоих видах терапии (фото- и соно-динамической, PDT / SDT), является полезной для целей клинической диагностики [52]. В описанных здесь случаях энергия / работа наведенного фотонами электрон / атом-возбуждающего действия была направлена на деструктирующий опухоль эффект.

Возможные и реальные специфические моменты динамики излучения и поглощения биофотонов (когерентных / некогерентных)

Многие обсуждаемые примеры (см. выше / ниже) показывают, что в видимом диапазоне излучений живых биологических систем (клеток / организмов) существует спонтанное сверхслабое излучение фотонов. Биофотоника, – наука, использующая свет для лучшего понимания внутренней работы клеток и тканей в живых организмах. Это предусматривает необходимость рассмотрения спонтанных выбросов, эмиссии фотонов (в диапазоне длин волн ~200 - 800 нм непрерывного спектра) и индуцированных излучений электромагнитных волн живыми тканями биологических систем (и при «задержке люминесценции») в качестве общих предметов научно-технических исследований. Постоянная скорость «истечения» фотонов («картина выбросов» нескольких / нескольких-сотен их) имеет место только после смерти живого объекта [54]. Наоборот, присутствие (иногда отсутствие) специфического слабоинтенсивного, но широкополосного биофотонного сигнала, включая когерентную компоненту (которая ассоциирована с набором активных квантовых участков и различных квантовых состояний в соответствующих целых / частях молекулярных структур, – и в самой многоаспектно

настраиваемой / самонастраиваемой живой системе; см. ниже), может быть новым способом коммуникации, – (в том числе дистанционным, как это показано в опытах, например, для клеток корней лука, дрожжей и яиц амфибий). Также данный сигнал может быть индикатором жизнь-ассоциированных процессов (в частности, морфогенеза) и показателем жизнеспособности системы. Однако, в.н. минимально определямую компоненту, связанную с состоянием «сжатости» фотонов, еще надо надежно извлечь (из «состояния скрытости») и идентифицировать [56].

После нескольких секунд воздействия освещением почти каждая живая система излучает, во-первых, слабый экспоненциально затухающий сигнал, который (в отличие от далее названного незатухающего компонента) чувствителен ко многим физиологическим и экологическим факторам (это спонтанный биофотонный сигнал). Во-вторых, этот сигнал: а) имеет долго не распадающийся (в течение нескольких часов) хвост постоянного потока фотонов в в.н. живых квази-стабильных системах с возбужденными состояниями вероятностно распадающихся субъединиц и сложных био(макро)молекулярных структур; б) может нести информационную компоненту в отношении в.н. субъединиц (касается индуцированного биофотонного сигнала) [56].

По крайней мере, часть в.н. (био)фотонов может быть:

а) атрибутом внутриклеточных путей обработки информации (и, тем самым, важным информационным каналом);

б) когерентной популяцией, вносящей существенный, иногда решающий вклад в клеточную активность биофотонов.

Причем когерентность, ее степень, возможно:

1) служит достаточно фундаментальным параметром взаимодействия управляющих / управляемых подуровней биосистем [55], «практикующих», в частности, фотонные захват / накачку (описано, например, в отношении внутри- / межклеточной регуляции процессов роста и дифференцировки популяций клеток);

2) отражают ассоциированность с природой биологических часов, ритмов и связей.

Биофотоны могут происходить как от полностью когерентных, т.н. «сжатых» (низкоинтенсивных), так и хаотических состояний / полей. К настоящему времени показанный экспериментально фотонный захват, развивающийся на фоне длительно сохраняемых метастабильных состояний, является реальным источником жизни и фактором существенного отличия живых систем от неживых. При локальном облучении участков кожи наблюдают нелокальные эффекты долговременной релаксации излучения

биофотонов в различных частях тела. По-видимому, в разнообразных живых системах, и как это было показано для растительных тканей, существуют каналы распространения света в когерентном фотонном поле. Однако характер симметрии биофотонного поля здоровых людей сменяется ассиммеричной его картиной у пациентов с некоторыми видами патологий (меланомой, др.) [54].

Было предложено / показано, что митотические конфигурации клеток могут восприниматься в качестве сочетания удобных суперпозиций резонаторов волн, когда малый размер клеток, их собственные и частоты действующих фотонов предусматривают функционирование резонирующих режимов (прежде всего, в оптическом диапазоне). Это является частичным ответом на вопрос Шрёдингера: «Почему биомолекулы при делении клеток не следуют случайному броуновскому движению, а сама клетка делится точно на две дочерние части неслучайным образом?». Повышенная длительность процесса деления клеток предполагает обеспечение необходимым временем релаксации в.н. относительно хаотических клеточных структур (с их наборами сочетаний, т.н. «группировками фотонов» и монохроматических волн с некоторыми случайными / неслучайными параметрами амплитуд, частот, фаз поляризации и направлениями распространения) в условиях создания значительной / динамической когерентности множества компонент относительно структурированного электромагнитного поля, − и вдали от теплового равновесия. В последнем случае, в изолированных, но не в наших биосистемах, все макроскопические параметры (температура, давление, объём, энтропия, др.) сколь угодно долго остаются неизменными. За подобный процесс (реалистическое физическое решение) скорее ответственны волновые пакеты фотонов с неопределенно разнообразным набором в.н. параметров, обеспечивающие необходимое динамическое сочетание степени когерентности / некогерентности их состояний в в.н. поле (*зд*. необходим сбор статистических данных о фотонах) [54].

Обозначим некогерентно и когерентно протекающие процессы, соответственно, как (1) и (2). В первом случае первичная световая волна накачки поглощается веществом, меняет состояние заселенности электронных уровней его молекул / частиц (на возбужденное), а последующие квантовые переходы в веществе облигатно ведут к высвечиванию / излучению вторичной световой волны. В наступившем втором случае, и после действия первичной волны накачки, изменения в заселенности в.н. уровней частиц вещества определимы трудно, а взаимодействие первичной и вторичной волн является единым процессом, специфичность переходов в котором состоит в использовании

виртуальных уровней (при двух- / многофотонных переходах). Это требует синхронных изменений обоих типов волн по частоте, направлению распространения и поляризации (под когерентными процессами подразумевают преобразования одних из них в другие такие же). Согласованность характеристик здесь выступает в виде т.н. условия «волнового синхронизма» (т.е. закона сохранения импульса взаимодействующих фотонов, передачи световой энергии от волны накачки ко вторичной волне) [54].

Заметим, что характер поглощения / испускания биофотонов веществом зависит не только от в.н. частиц / состава, но и такого его параметра, как, например, влагонасыщенность, вносящей коррективы в метаболическую активность системы: спонтанные излучения в сухом или влажном состояниях вещества, например образцов лишайника *Parmelia tinctorum*, различны, но обращаемы в течение нескольких минут {определено с помощью приборов, регистрирующих единичные (био)фотоны; в контроле имеются подобные измерения для неживых объектов}. В сухом образце средний поток фотонов почти постоянен и выше в ~5 раз в течении 9 часов измерения. В то же время, во влажном образце этот поток (биофотонный сигнал) был практически неизменен в течении первых 3-х часов, а затем, с вероятным изменением метаболической активности (своеобразным сигналом от мультипараметрической буферной зоны), увеличивался незначительно, − однако интенсивность сигнала и значение параметра сигнал / шум здесь были больше. В целом, подсчет биофотонов и распределение временно́го ряда биофотонных сигналов для влажного и сухого состояний отличались по величине и фазе, – что, вероятно, указывает на описание здесь «сжатого» состояния биофотонов [56].

Время когерентности разных хаотических полей различно, но конечно и невелико: например, для ламп обычного / дневного света это наносекунды (ns); для лазерного излучения, – около 100 миллисекунд (ms); при определенных условиях исследования в биологических системах это время исчислялось секундами (0,2 и 1,7 секунды, соответственно, для сои и динофлагеллят). При оптических переходах оно «достигает» времени жизни данного возбужденного электронного состояния ($\sim 10^{-9}$-10^{-8} сек). Полностью когерентные поля, – таковыми являются постоянно [54].

В биофотонном поле электронные переходы сопровождаются оптически разрешенными очень кратковременными ($\sim 10^{-9}$ сек), но действующими на весьма протяженных расстояниях (~30 см) излучениями когерентных по длине волны фотонов (со скоростью $\sim 3^{10}$ см/сек) {10^{-9} сек • 3^{10} см/сек ≈ 30 см}. В этом случае (био)фотоны, даже хаотичные, не теряют свою фазовую информацию, и клетка облигатно находится в объеме

когерентности этого поля (хотя методом корреляционного анализа функций выявить единственный источник биофотонов не удается). Биофотоны могут быть как продуктами, так и, иногда даже в большей степени, импульсными индукторами химических реакций. Более того, каждая исследованная в клетке функция, − в том числе скручивание / раскручивание ДНК (например, с интеркалирующим этидиумбромидом, EtBr, внутри), − коррелировала с излучением биофотонов. Это является еще одним сильным признаком присутствия когерентного поля, набора динамически сменяемых когерентных состояний или квантовой когерентности [54]. {Последнее показано в экспериментах со «сжатым» светом, флуктуирующим только по амплитуде или только по фазе (во-первых), − и с увеличенным соотношением параметра сигнал / шум (во-вторых)}.

В связи с выше сказанным можно предположить, что единственно возможное объяснение, почему, например, 10 тысяч почти одновременных (био)химических реакций в клетке может происходить всегда в правильных пространственно / временных координатах, состоит в том, что при участии биофотонов формируется специально регулируемое возбуждение подходящих электронных состояний у отдельных атомов и у целых / фрагментов реагирующих молекул, значительная («достаточная») часть которых (редко полностью) могут быть когерентными. Автор раздела «Essential differences between coherent and non-coherent effects of photon emission from living organisms» (Popp F.A. [54]) полагает возможным исключить тепловые фотоны из списка активаторов в.н. процесса индукции химической реактивности.

{{*Коммент. авт.* (выводы): предлагаемые гипотетические вПОТ-механизм и «ретраслосома», скорее всего, «работают» в биосистемах при действии различных сочетаний наборов / пакетов фотонов, смена степени когерентности которых по некоторым квантовым параметрам может диктовать, далее, момент «сортинга» и востребованность воспроизведения определенных / выборочных (конкретных, но не любых) вариантов последовательностей олиго-НЭ. Последние необходимы для регуляции, в частности, как «моментальных / среднесрочных» (биохимических, молекулярно-генетических, экспрессии генов / генома и т.д.), – так и процессов, действующих в ряду поколений (при формировании различных повторов в некодирующих, и повторяющихся / уникальных, – в кодирующих гены участках геномов различных биологических видов). В данном разделе как раз утверждаются / допускаются соответствующие базовые свойства функционирования (био)фотонов, которые (*зд*., и в том числе) обладают спонтанным слабым / сверхслабым и часто незатухающим излучением в видимом диапазоне. К ним

относятся, во-первых, действие, в том числе специфическое, различных сочетаний групп / наборов способных к переключению состояний когерентности / некогерентности у самих «носителей» фотонов, являющихся облигатно наследуемым атрибутом внутриклеточных путей обработки информации. Во-вторых, это процессы эмиссии / индукции излучений (в том числе, в виде затухающего сигнала), а также формирования специфического слабоинтенсивного, но широкополосного биофотонного сигнала (информационной компоненты) и состояний заселенности электронных уровней / подуровней, включая виртуальные (и при неоднофотонных переходах), молекул / частиц. Последнее присходит в условиях задержки люминесценции, наличия активных квантовых участков и различных квантовых состояний в целых / частях молекулярных структур многоаспектно настраиваемой / самонастраиваемой живой системы и сопровождается локальными или нелокальными эффектами в отношении резонирующих режимов функционирования и обеспечения необходимого времени релаксации. Степень когерентности («волнового синхронизма»), включая динамическую компоненту, и по таким параметрам, как амплитуда, частота, фаза поляризации и направление распространения, не исключено, является определяющим параметром как взаимодействия управляющих (управляемых) подуровней биосистем, эксплуатирующих, в частности, фотонные «захват / накачку», – так и элементом биологических часов. Перечисленное связано с процессами эмиссии и индукции излучений (в том числе, в виде затухающего сигнала), формирования специфического слабоинтенсивного, но широкополосного биофотонного сигнала (информационной компоненты) и состояний заселенности электронных уровней (включая виртуальные, при неоднофотонных переходах) в атомах / молекулах / частицах. Это происходит в условиях: а) задержки люминесценции; б) наличия активных квантовых участков и различных квантовых состояний в целых / частях молекулярных структур многоаспектно настраиваемой / самонастраиваемой живой системы; в) и сопровождается локальными / нелокальными эффектами и формирования резонирующих режимов функционирования / обеспечения необходимого времени релаксации. В целом, можно допустить, что посредством в.н. механизмов в живой клетке постоянно происходит «конвертация» некогерентных состояний участков молекул-носителей в когерентные (и наоборот), а сама клетка устроена так, что поддержание состояния возможности переключения (созвучного т.н. «Правилу исключений» при различных (био)химических взаимодействиях [15]) является наиболее ключевым моментом ее жизнедеятелности}}.

Взаимосвязь биофотонного сигнала, т.е. излучаемого живой системой кванта, и возможной сжатости его состояния (как и соответствующего поля, − если таковое имеется, что, похоже, не исключено) имеют те последствия, что могут быть представлены только в рамках квантового, а не полуклассического молекулярного (имеющего недостающие звенья), описания. Только в этом случае описание живых систем будет целостным. А потребуется ли при этом закрепление такой парадоксальной «новой сущности», как нелокальность вследствии (сверх)светового взаимодействия, − покажет время (см. Приложение-глоссарий 3). Квантовая структура описывает живую систему как сложную волновую функцию с неотъемлемыми корреляционными связями между биомолекулами. В рамках квантовой реальности существуют компоненты, выходящие за пределы классического описания: квантовые участки, возможно, обладают дальнодействием, которое связывает различные молекулы, их части и клетки живых систем в состояние с одним или несколькими определенными наборами таких квантовых состояний [56].

Сегодня загадочно-нелокальным полем представляют, в частности, волновое поле Шредингера, действие которого, и в отличие от других полей стандартной модели, распространяется на всю Вселенную. Все физические величины в общем случае комплексны. Необходимость данного обощения связана с тем, что сегодня физика оперирует в основном действительными, – а реже мнимыми и комплексными величинами. С чем связан такой разный их статус не ясно. Но, например, в поляризационной теории вакуума все физические величины по статусу уравниваются. Это расширяет представление о полях и пространстве-времени. Мнимые поля, частным случаем которых является в.н. поле Шредингера, могут играть важную роль в формировании Вселенной, ее фундаментальных частиц, структур косной / живой материи и функционировании сознания. Повидимому, комплексные поля, как и комплексные пространство / время, – необходимый / ключевой элемент универсальной теории (возможно, ПТМ-теории) [157].

Полуклассический сценарий, построенный на относительно неделимых биомолекулах и их взаимодействии, этого дальнодействия (1) и существования целостной природы механизма генерации биофотонных сигналов (2) ожидает, но не предлагает путей их происхождения и развития (тем более это касается классического сценария). Хотя, заметим, свойства биофотонных сигналов могут обеспечить некоторую долю информационной части разгадки основ происхождения и поддержания жизни, а (1) и (2) требуют единой картины. В направлении такого объединения делаются только первые

(относительно) попытки. И одним из ключевых факторов, более эффективных, чем классическая селекция, предлагаются свойства квантовой селекции, объясняющей основные характеристики генетического кода (по крайней мере, выбор одного из четырех оснований нуклеотидов при репликации и транскрипции, и триплета кодона одной из двадцати кодируемых аминокислот при синтезе белка, др.). Подобный квантовый выбор мог бы являться оптимальной стратегией селекции эволюционных преимуществ, используемых живыми системами. Это касается независимого отбора одного / нескольких индивидуальных или сложносоставных чистых квантовых состояний, например, для нуклеотида или групп нуклеотидов в ДНК / РНК (и при различных фундаментальных биологических процессах). Такие нуклеотиды способны вовлекать в в.н. коррелирующие состояния другие / соседние отдельные нуклеотиды, имеющие характеристики локального и целостного видов взаимодействий; (также возможны: обратный процесс кооперативной потери такого состояния: и вхождение в переходное состояние, др.) [56].

{{*Коммент. авт.* (выводы): но мембран-зависимый вПОТ-механизм в самоорганизующейся «ретранслосоме» (митохондрий / хлоропластов), и это постоянно обосновывается, облигатно функционирует в режиме олиго-НЭ-селекции в присутствии модифицирующих данный процесс пакетов динамически формируемых наборов / сочетаний фотонов, – т.е. в вероятных условиях постоянного поддержания / смены квантовых состояний / селекции (при в.н. «фотонном фейерверке» или «скрытом фотонном фейерверке»). Причем наиболее тесно в.н. селекция может быть связана с фазовочувствительными мембран-зависимыми процессами выявления наиболее подходящего инварианта не только целого олиго-НЭ, но и отдельных его букв-нуклеотидов (включая нестандартные / модифицированные), используемых далее по множеству стандартных (например, при репликации) и нестандартных (потенциального мутирования, переключения, активации / деактивации, «горячих точек», «вобблирования» и др.) сайтов. Процесс ретрансляции белковых эпитопов, хотя, скорее всего, он ассоциирован с вариабельной компонентой, сопряжен с функционированием и воспроизводством олиго-НЭ в рамках генетического кода (*зд.* современного УГК). При этом в процесс, потенциально, могут включаться и нестандартные АК и ДНК / РНК-нуклеотиды, – «игроки», которые эти рамки расширяют. Трудно, однако, прогнозировать, как изменятся наши представления о перманентном процессе формирования / организации генетического кода с учетом, во-первых, возможного участия в нем в.н. потоков не только реальных, но и виртуальных фотонов / частиц (включая, изредка,

высокоэнергетические) и атомов-изотопов (см. выше); и, во-вторых, – в условиях относительных дефицита или избытка (фактор времени) генетических информации и материала у представителей разных биологических видов в сообществе (их группах)}}.

В случае нуклеотидов (как и других объектов в.н. выбора) излучение биофотонов атомами / молекулами происходит при нахождении их в переходных квантовых состояниях. Тогда все состояния взятые вместе, – «сжатые», классические, полуклассические, и на основе искомых локальных / нелокальных (см. Приложение-глоссарий 3) взаимодействий нуклеотидов, находящихся в одном из в.н. состояний, − могут объяснить многие свойства биосистем. Это касается, в том числе, и сложного состояния с тремя классами свойств, – микроскопическим, локальным и целостным / нелокальным. Для обнаружения этих свойств / взаимодействий (включая нелокальные), проявляющихся при энергетических переносах / переходах (в том числе спонтанных), требуются специальные устройства и стандарты договоренностей. Причем характер излучения, по крайней мере частично, может сохранять специфику исходных биофотонных сигналов, в том числе сложносоставных / переходных состояний исследуемых отдельных / кластеров нуклеотидов, идентичность которых не утрачивается полностью. Такие кластеры могут представлять собой один / множество элементов целых макроскопических квантовых участков с непродолжительным временем сохранения [56]. При взаимодействии с окружающей средой, в процессе фолдинга ДНК и в течении времени жизни живой системы, излучение выступает в роли активно действующего элемента динамической системы постоянных преобразований вновь возникающих и распадающихся квантовых участков нуклеотидов (разной длины, переменного состава, степени взаимоотдаленности), – и очередного, в ряде случаев повторяющегося с высокой частотой, возвращения к классическому типу взаимодействий / состояний в процессе дестабилизации / декогеренизации. В этом случае защита системы, вероятно, состоит в распределении памяти и в некодирующей части генома, – способом, используемым для нейронных / (генных) сетей, который позволяет извлекать / сохранять информацию даже после частичной деструкции (а также частичных / полного сброса и переустановки) структур памяти [56].

{{*Коммент. авт.* (выводы): одна из компонент структурообразующей и память-распределяющей ролей повторяющихся последовательностей в геноме (в частности, ассоциированных с олиго-НЭ) связана с формированием ее в в.н. условиях квантовой селекции (при вПОТ). Причем такая распределенная память может содержать, по крайней

мере, две компоненты, обеспечивающие, в итоге, необходимую степень когерентности, – в том числе, следующим процессам: 1) поддержания «быстрого реагирования» (экспрессиии генов / генома); 2) «отсроченного действия» (формирования множества промежуточных / вре́менных и конечных сайтов в длительном, за поколения, динамическом процессе формирования генов и целого генома). В обоих процессах могут принимать участие стандартные / нестандартные аминокислоты и нуклеотиды. Таким образом, мы обнаруживаем конкретную / зримую и гипотетический-вПОТ-механизм-опосредованную вероятную связь между в.н. наборами / пакетами фотонов с одной стороны, – и наборами же как правило специфически по геному (его некодирующим / кодирующим областям) распределенных разноразмерных / разноорганизованных простых и сложносоставных повторов, роль которых отслежена, в частности, в работах [202, 6, 7] (повторим в.н. цитату И.Ньютона: «Переходы тел в свет и света в тела подчиняются законам Природы, которая, кажется, забавляется этими превращениями»)}}.

Названные механизмы могут оказаться / (являться) недостающими звеньями сценария со следующими сложно-составными или переходными состояниями одного / множества нуклеотидов в каждой живой системе:

− неактивное (низкоэнергетическое; классическое состояние; осуществляет биохимические взаимодействия); →

− активное {высокоэнергетическое после захвата энергии, например, АТФ биохимической машины; квантовое состояние различных нуклеотидов толкает их одновременно на поиск квантовых участков как изменяющихся размеров (1), о чем свидетельствует широкополосное спектральное распределение биофотонов, так и узкого диапазона (2), характерного для излучений в основном видимом диапазоне; (1) и (2) почти идентичны / универсальны в исследованных живых системах и зависят от процессов когеренизации / декогеренизации и сцепления различно функционирующих режимов}; биофотонное поле (включая сжатое) характеризуется ограниченным числом независимых параметров широкополосного биофотонного сигнала (и с участием трех взаимосвязанных мод взаимодействия сферических координат: r, θ, φ):

− {элемент квантового участка}; →

− {элемент селецированного квантового участка}; →

− {элемент сохраненного результата селекции}; →

− {элемент деструкции / перехода квантового участка в неактивное состояние}; →

− {элемент сброса / перезагрузки памяти}.

Каждому переходу в.н. цикла (специфическому компоненту сценария) может соответствовать характеристическая мера энергии переноса специфическими же режимом / способом. Это не противоречит тому факту, что составлящими энергии нормально функционирующей биохимической машины являются, во-первых, та, что необходима для функционирования в.н. стадий цикла широкополосного спектрального распределения биофотонов (1), и та, во-вторых, биофотоны в которой выделяется в узком (видимом) диапазоне (2). Сценарий позволяет визуализировать фолдирующий / сжатый ядерный материал как совокупность прерывистых квантовых участков с различным числом нуклеотидов, непрерывно излучающих биофотоны при квантовых переходах. Это касается как различных квантовых участков одной молекулы нуклеиновой кислоты, излучающей квантово-когерентный биофотонный сигнал (показатель жизнеспособности), так и подобных участков ДНК / РНК, принадлежащих одной / разным клеткам одного или нескольких разных организмов (живым системам). В целом, квантовые объекты ведут себя по-разному, а т.н. квантовая реальность имеет особенности в проявлении субъективных, интуитивных {и, добавим, вероятных нелокальных (см. Приложение-глоссарий 3) взаимодействий биофотонов} [56].

Биофотоника спонтанно-самоорганизующихся окислительно-восстановительных процессов в жидких средах (на основе одноименной работы В.Л. Воейкова [59])

Остановимся еще раз на свойствах и происхождении активных форм кислорода (АФК / ROS), кислорода / азота (др.) и свободных радикалов, − в контексте анализа биофотоники спонтанных самоорганизующихся окислительных процессов в жидких средах. В настоящее время концепция низкого уровня излучения фотонов биологическими объектами рассматривает LLPE-эффект (low level photon emission) как процесс хемилюминесценции в результате релаксации EEE-(electron-excitation-energy)-энергии электронвозбужденных состояний, EES (electronically-excited-states), генеририруемых атомами и (био)(макро)молекулами в реакциях с участием АФК. Причем в.н. агенты до сих пор рассматривались только в качестве: а) побочных / промежуточных продуктов, вспомогательных в отношении обычных биохимических процессов; б) экзотических химических продуктов специализированных иммунных клеток, предназначенных для уничтожения клеток с чужеродными вирусными / бактериальными (др.) включениями. Согласно другой точке зрения, низкоинтенсивная (био)фотонная

LLPE-эмиссия («биофотонное излучение»), и при метаболических процессах в живой материи, связана (также) с процессом делокализации когерентной составляющей электромагнитного поля вследствии функционирования режима фазовой автоподстройки отдельных сочетаний фотонов, постоянно регулирующих активность в клетке (в отношении ДНК; др. метаболитов) и между клетками. Неясным, однако, остается источник энергии подкачки «биофотонного поля» [59].

{{*Коммент. авт*. (выводы): указанные точки зрения на в.н. LLPE-эффект фотонной эмиссиии низкого уровня (хемилюминесценции) в результате релаксации (EES)-энергии электронвозбужденных состояний, и в зависимости от системы координат, могут быть как превалирующими в одних случаях, так и взаимодополняющими для других систем или их сочетаний. В контексте гипотетической концепции, т.е., в конце концов, в отношении вПОТ-механизм / («фотонный-фейерверк»)-зависимо-воспроизводимых олиго-НЭ, можно предположить, что здесь вероятно соблюдение взаимообусловленной очередности. Мембран-зависимый синтез олигонуклеотидных фрагментов {олиго-НЭ; в гипотетической «ретранслосоме», расположенной на внутренней мембране митохондрии / (хлоропласта)} происходит в присутствии всегда имеющихся наборов фотонов, – т.е. в условиях в.н. «(скрытого)-фотонного-фейерверка» (ассоциированного, в том числе, с активными формами кислорода / азота). В зависимости от специфичности / стандартности сочетаний энергетических уровней и квантовых характеристик, наборы / пакеты фотонов могут способствовать формированию специфических же или стандартных наборов олигонуклеотидных последовательностей. В свою очередь, олиго-НЭ (короткие олиго-последовательности), конкурируя с подобными естественно воспроизводимыми регуляторами, потенциально, могут выполнять многие их функции – и, в частности, в связи с режимом работы малых РНК (контроль генетической / эпигенетической экспрессии генов / генома), праймеров / затравок (контроль некоторых видов репарации, транскрипции, репликации), и т.д.}}.

LLPE-эффект (*зд*. как «митогенетическое излучение») обнаружен достаточно давно (более 90 лет назад). Излучение сопровождалось стимулированием митозов компетентных клеток, проявляло признаки когерентности (в широком смысле) и было облигатно связано с кислород-зависимыми свободнорадикальными реакциями. К сожалению, только в последние годы идеи А.Гурвича начинают осмысливаться / переосмысливаться {первоначально, в 30-е годы XX века, они вызвали большой интерес, затем почти полностью были забыты (из-за неблагопрятного сочетания сложных исторических /

психологических факторов)}. Появляется все больше доказательств того, что накопление кислородных радикалов играет важную, если не главную роль во всех аспектах регулирования биологических функций. Связь их с биорегуляторной ролью биофотонов пока почти не признана. Однако, аргументы в пользу возможной связи АФК (ROS) с запуском ключевого процесса самоорганизации живых систем в водной среде, накапливаются [59].

Потребление кислорода клетками почти всех живых организмов ассоциировано с кислород-зависимым окислением различных / (десятков) видов «топлива». В митохондриях, в ходе аэробного дыхания, кислород используется в терминальной стадии пути окислительного фосфорилирования (перенос четырех электронов, с участием цитохромов, и стольких же протонов, осуществялется «протонной помпой»). Кислород выступает в роли «сборщика» уже отработавших свой ОВ-потенциал электронов, задействованных в синтезе АТФ и последующем переносе по дыхательной цепи. Молекула / атом кислорода уникальны тем, что: а) принадлежат самому распространенному в земной коре химическому элементу, который составляет здесь около половины общей массы (молекулярной доли), в больших / огромных количествах содержится во всех частях т.н. косной материи (биосферы, литосферы, гидросферы) и живой материи (организмах эукариот, бактерий, архебактерий); б) имеют не 1-2, а несколько (4) неспаренных электрона (вследствии чего они высоко химически активны), и, при восстановлении до воды, кислород участвует в серии ОВР (в несколько дискретных шагов) с промежуточным образованием свободных радикалов (гидропероксисильного, $HO_2^{\cdot}$; гидроксильного, $^{\cdot}OH$) и метастабильной перекиси водорода, H_2O_2 (все перечисленные реагенты способны легко повреждать липиды, белки и нуклеиновые кислоты). В каждом акте спаривания электронов, однако, выделяются / освобождаются «тяжелые» кванты энергии, повышающие уровень энергии возбуждения электронов (ЕЕЕ), достаточный для процесса горения / (сжигания), и превосходящий таковой для теплового диапазона энергии возбуждения колебательного / вращательного уровней (как при тлении / гниении).

Заметим, что, подобно тому, как кислород среди атомов химических элементов Земли, − фотоны являются самыми распространенными среди элементарных частиц Вселенной. Таким образом, «темной стороне» предпочтительно повреждающего действия в.н. активных частиц / радикадов, т.е. АФК в роли универсальных патогенов (с одной стороны), может противостоять выделение фотонов света, – т.е. АФК-зависимое

«энергокредитование» биорегуляторных процессов, опосредованных рядом агентов (с другой стороны). К последним относятся: гормоны, нейромедиаторы, цитокины, фоновый уровень АФК (др.) и такие физические раздражители, как свет, температура, механическая стимуляция. Перечисленное подтверждается экспоненциальным ростом числа публикаций в этих областях. Кроме того, в клеточных культурах АФК могут вызывать широкий ряд нормальных физиологических реакций: от обратимого ингибирования, – до активации и переключения определенных сигнальных / ферментативных путей активности генома. До сих пор, однако, соответствующая модель механизма регуляторного действия АФК (ROS) не предложена [59]. {{*Коммент. авт*. (выводы): возможность фотон-зависимой («фотонный фейерверк» / «скрытый фотонный фейерверк»-зависимой) активации / переключения (в том числе АФК-ассоциированных), определенных сигнальных / ферментативных путей, т.е. экспрессии генов / генома с участием вПОТ-воспроизводимых олиго-НЭ, в этой работе уже неоднократно обсуждалась}}.

Согласно достаточно давно сделанным оценкам (десятки лет назад; in vitro) в изолированных митохондриях доля АФК-генерируемого кислорода появляется лишь в результате случайного «побега» электронов из электронтранспортной цепи непосредственно к кислороду, и составляет не более одного-нескольких процентов. Однако, недавно прямые измерения показали, что эта доля может быть удивительно высокой (в куриных бластоцисте / эмбрионе до 30-70%; в изолированной аорте крысы более 27% кислорода превращается в супероксид-анион, способный взаимодействовать с ионами железа гема и влиять на процесс накопления Fe^{+3} ферритином [67], и др.). Рост этой доли может быть связан с увеличением потребления кислорода митохондриями (при неизменном абсолютном его количестве). Подобная переоценка происходила ранее в отношении одноэлектронного восстановления с участием НАДФН-оксидаз (способных снизить редокс-потенциал кислорода при выполнении ими своих обычных функций), которое изначально считалось специфичным только для иммунных клеток (нейтрофилов / эозинофилов), а в настоящее время, – практически для всех типов клеток многоклеточных / одноклеточных организмов [59].

Кроме того, АФК генерируются и в нескольких неферментативных реакциях, которые непрерывно протекают в любом организме (например, при амино-карбонильной реакции Майяра, Maillard=MR, в результате трехстадийной / ветвящейся химической реакции между аминокислотой и сахаром при нагревании, например, при жарке мяса или выпечке хлеба). Здесь надо иметь ввиду, что стационарный уровень АФК (ROS) в

клетках / тканях является очень низким (~10^{-6} М и менее). И происходит это из-за выраженного присутствия здесь антиоксидантной системы, представленной различными ферментами (прежде всего, супероксиддисмутазой / каталазой, метаболизирующих, соответственно, анион-супероксида и перекись водорода) и низкомолекулярными антиоксидантами. Однако, вопрос о высокой доле превращения ценнейшего кислорода в АФК-продукты практически не обсуждается. Усилий в разъяснении механизма биорегуляторного действия и молекулярного сигналинга АФК пока недостаточно. Это сочетается с игнорированием факта уникально высокой энергии выхода для реакций с участием АФК, когда неспаренные электроны кислорода рекомбинируют с образованием электронвозбужденных состояний, – что сопровождается, обычно, хемилюминесценцией и другими формами люминесценции.

Очевидно, в современной физиологии клетки недостаточно внимания уделяется оценке: (1) снижения уровня (изменения скорости оборота) кислорода в процессе нормального функционирования; (2) взаимосвязи в.н. EEE, EES и LLPE параметров при условно программируемых / спонтанных окислительных процессах с участием АФК в биологических системах (например, в крови; в модельных аква-системах, растворах аминокислот, – с медленно развивающимися кислород-зависимыми ОВП, – в том числе развивающимися стихийно). Кровь является сложной биологической водной системой, которая обеспечивает кислородом не только клетки / ткани организма, но и собственных потребителей кислорода: нейтрофилы / эозинофилы (составляют большинство лейкоцитов) даже в состоянии покоя конвертируют весь потребляемый ими кислород в свободные радикалы, а при их стимуляции, продукция АФК, и на фоне низкой фотонной эмиссии, возрастает более чем в 10 раз (исходно – в гидрофильных частицах). Динамика LLPE, и за длительный период, фиксировалась специальными детекторами фотонов. Более того, было установлено, что иммуноглобулины катализируют прямую оксигенацию воды с одновременным появлением перекиси (H_2O_2) и даже озона (O_3) [59].

Почти стократный рост интенсивности и многочасовое поддержание LLPE (при почти неизменной кинетике) в цельной неразбавленной крови человека, и в присутствии флуоресцентного зонда H_2O_2 (*зд*. люминола), наблюдали при кислородном / дыхательном и зависимом от эритроцитов (доноров O_2) взрыве в нейтрофилах (акцепторах O_2), − после введения индуктора взрыва (*зд*. зимозана); {заметим, люминол способен взаимодействовать и с другими АФК (в цепи реакций), − в частности, с гидроксильным / супероксидным радикалами, с высвечиванием кванта в синей области спектра, − который

ослабевает в присутствии, например, соответствующих концентраций Fe^{3+} [67]}. Причем более длительная / заметная РЕ наблюдалась в случае контакта суспензии с воздухом, в отсутствии которого динамика РЕ-эмиссии была совершенно иной: уменьшалась амплитуда ее колебаний и наблюдалось более быстрое / полное ее исчезновение. Высокая оптическая плотность крови практически не интерферировала с регистрацией LLPE. Однако, люминол-(H_2O_2)-зависимую и люцигенин-($\acute{O}_2^-$)-зависимую компонеты фотонной эмисии (РЕ) оказалось возможным разобщить (например, при разбавлении крови физиологическим раствором), передавая ЕЕЕ-энергию возбуждения электронов на значительные расстояния без ее диссипации. В случае же введения свободного и / или конформационно неупакованного гемоглобина (который, предполагают, присутствует в жидкокристаллическом состоянии в эритроцитах и рассеивает / поглощает ЕЕЕ), избегания в.н. диссипации не происходило. Таким образом, генерация ЕЕЕ и поддержание модели колебаний интенсивности РЕ (с разбросом амплитуды до 25% от средней РЕ), и при смене АФК (и состояний активация↔деактивация), будут продолжаться. Это требует определенных условий: отсутствия перемешивания образца; и оптимизации буферной среды по содержанию питательных веществ и воздуходоступности [59].

Названная РЕ, будучи интегральным результатом сложно сцепленных химических реакций (целого ряда процессов со множеством положительных / отрицательных обратных связей), одновременно, является инициатором процесса самооблучения исследуемых объектов (крови, суспензии нейтрофилов), без которого колебания РЕ быстро становятся затухающими, а в присутствии, – наоборот, дыхательный взрыв усиливал РЕ (особенно на стадии ее падения). Энергия данной РЕ мала (~10^{-17} - 10^{-18} кал / сек) и соответствует энергии LLPE (не более нескольких тысяч фотонов в секунду), – т.е. такой ЕЕЕ-энергии, которая способна выполнять, скорее, сигнальную функцию в системах, далеких от энергетического равновесия и находящихся, в то же время, в тепловом равновесии с окружающей физически активной средой. На стадии развития дыхательного взрыва (инициируемого в образцах крови зимозаном и в присутствии люминола) уровень РЕ практически не зависел от температуры (при последовательном нагревании / охлаждении в диапазоне физиологических температур). Наоборот, при достижении максимальных значений интенсивности РЕ характер кривой гистерезиса указанной температурной зависимости проявлялся явно (хотя «сама кровь продолжала противостоять» потере энергии) [59].

Кислород-зависимые процессы с участием АФК в более простых водных системах, растворах аминокислот, и после добавления аликвот концетрированной H_2O_2 (что вызывает окислительное дезаминирование АК) или короткого облучения (сверхслабым УФ) в присутствии / отсутствии активно восстанавливающих карбонильных соединений (глюкозы / метилглиоксаля), сопровождаются повышенными генерацией EEE-энергии и уровней PE. Последняя зависит от концентрации различных флуорофоров и АК, – что хорошо / порогозависимо коррелирует со скоростью накопления аммиака при в.н. дезаминировании, – а далее следует фаза медленного снижения PE. В целом, эти системы принадлежат к семейству цепных реакций с задержкой ветвления и обнаруживают некоторое фундаментальное сходство (например, при отклонении PE в зависимости от температуры, кинетических кривых гистерезиса, др.) с аналогичными процессами в сложной по составу крови [59].

Для органических веществ (RH), в ряде случаев, характерна возможность протекания условно повторяющихся (с некоторыми вариациями) цепных реакций с участием / инициацией предпочтительно свободными-радикалами / АФК (i), – или только АФК (ii):

(i) гидроксил-радикалом ($\acute{O}H$), с образованием ряда промежуточных радикадов ($\acute{R}$; $R\acute{O}_2$, главный источник свечения в присутствии кислорода; $R\acute{O}$) и промежуточных (ROOH, R-R) и конечных (ROOR) соединений;

(ii) в разной степени реакционноспособными триплетными / синглетными кислородами в соотношении, согласно правилам квантовой механики, 3:1 (проверяется с помощью синего / красного светофильтров).

(i) При ограниченных количествах, отсутствии кислорода (или, что то же самое, при избыточной концентрации введённого вещества, перехватывающего гидроксил-радикалы), эти радикалы могут исчезнуть (по крайней мере, частично) при взаимодействии друг с другом. Никакого свечения («извержения фотонов во вне») не состоится, а вещество начнет выполнять роль почти идеального антиоксиданта. При повышенных же концентрациях RH, хотя и в присутствии кислорода, начинает преобладать реакция $RH + R\acute{O}_2 \rightarrow \acute{R} + ROOH$, − и свечение также прекращается. Но низкомолекулярные вещества (например, щавелевая кислота) в процессе своей регенерации, и при достаточной / повышенной концентрации, могут образовывать не $R\acute{O}_2$, а $H\acute{O}_2$ радикалы (АФК). Скорость разложения в.н. веществ тогда будет недостаточной и (био)(хемо)люминесценция продолжится / возрастет. При уменьшении же концентрации

кислорода, интенсивность свечения падает, и в отсутствии кислорода щавелевая кислота ведёт себя как идеальный антиоксидант. В целом, соотношения концентраций веществ друг с другом и с кислородом создают индивидуальные картины (типы зависимостей) люминеценции [67]. {{*Коммент. авт*. (выводы): выше уже отмечалось, что некоторые типы безызлучательных процессов (свечение отсутствует) могут относиться к категории «скрытый фотонный фейерверк»}}.

Другая модельная водная система, содержащая активные карбонилы (метилглиоксаль, др.), а также АК, простые амины / аминосоединения (этиламин, этаноламина, др.), полиамины, является более сложной, физиологичной и функционирующей в режиме самоорганизации. Реакции развиваются подобно в.н. реакции Майяра (MR), играющей важную роль в патогенезе сахарного диабета и при других метаболических нарушениях, с характерным непрерывным ветвлением связанных с MR-реакцией неферментативных путей (в клетке и внутренней среде организма). Механизм MR ясен не до конца, но на первом этапе он ассоциирован с образованием оснований Шиффа ($R^1R^2C = NR^3$); а затем, – с восстановлением одноэлектронного кислорода, генерацией АФК (свободных радикалов) и индукцией энергии электронного возбуждения (модуляцией / распространением ЕЕЕ). Тематика недоисследована. Динамика колебаний РЕ здесь, и при соблюдении некоторых условий (отсутствии перемешивая, длительность процесса, др.), нелинейно зависела от многих факторов: пороговой концентрации (но не специфичности) аминокарбонильных реагентов / субстрата; соотношения объем / поверхность реакционной системы; температуры, и т.д. В частности, изменению интегрального числа испускаемых системой фотонов на несколько порядков (РЕ-эмиссии, отражающей интенсивность / выход химимических, в основном ассоциированных с кислордом-O_2, процессов) соответствовало всего лишь трехкратное изменение концентрации амина [59].

Аналогичные нелинейные / пороговые зависимости были найдены между пороговыми значениями концентраций активного карбонила (*зд*. метилглиоксаля) и фиксированной концентрацией АК (*зд*. глицина). Колебания амплитуды РЕ были нелинейными, отражали меру интенсивности окислительных процессов, генерации ЕЕЕ, предполагали некоторые оптимальные условия и протекали в две временные волны: (1) первая отражала процесс потребления кислорода из реакционной смеси в ходе самой реакции; (2) вторая, – диффундирование кислорода в реакционную систему из окружающего воздуха. При отсутствии доступа кислорода (или очень малой площади

поверхности соприкосновения с реакционнной средой), как и при чрезмерной аэрации системы, – вторая волна не развивалась, соответственно, в течении многих часов или полностью. Модуляции колебаний РЕ в наибольшей степени зависели от соприкосновения реагентов с самой верхней частью реакционной системы (вблизи границы вода / воздух). Синхронно, т.е. с той же самой периодичностью, что и РЕ, развивались / увеличивались здесь (но не в нижней части системы) средние значения ОВП системы (между этими двумя процессами наблюдалась почти полная корреляция). Все это свидетельствует о появлении сложных (от вершины книзу) пространственных закономерностях распространения энергии, с перепадами интенсивностей колебаний в различных участках и высоко нелинейными энергетическими волнами передвижения ЕЕЕ-энергии в реакционной системе [59].

Наконец, для того, чтобы в отношении рассматриваемых процессов подтвердить или опровергнуть вероятную роль воды, требуются новые эксперименты. Дело в том, что концентрация H_2O, формально, на несколько (2-5) порядков превышает таковую для любого другого химического соединения в исследованных растворах и биологических системах. Ее возможная роль в воспроизводстве АФК (ROS) и генерации ЕЕЕ пока непризнана. Однако, в некоторых экспериментах при окислительных процессах, вызванных H_2O_2 в водных растворах аминокислот, концентрация перекиси, и на стадии экспоненциального роста скорости фотонной эмиссии (РЕ), неожиданно повышалась (на 12% от исходной). Реакция прямого окисления воды до перекиси ($H_2O \rightarrow H_2O_2$) в рассмотренных нами мягких условиях казалась очень маловероятной, но оказалась возможной: было установлено, что все белки-иммуноглобулины, независимо от их класса и специфичности, эффективно катализируют окисление воды синглетным кислородом, – по-видимому, в процессе их пространственно-временной самоорганизации, связанной с прибретением необходимой формы катализа. {{*Коммент. авт.* (выводы): заметим, что подобные «тонкие влияния» свободных / перекисных радикалов в виде синглет-окисленной воды возможны и в отношении новоформируемых в водной среде олиго-НЭ, предположительно воспроизводимых гипотетическим вПОТ-механизмом в условиях функционирования мембран-ассоциированной и чувствительной к фотон / элементарная-частица и фотон / квазиэлементарная-частица взаимодействиям (т.е. феноменам «(скрытый) фотонный фейерверк») в самоорганизующейся «ретранслосоме»}}. Появление множества электрон-возбужденных синглетных кислородов в системах с непрерывным

высвобождением энергии возбуждения электронов (EEE) является неизбежным. Таким образом, условия для окисления воды кислородом здесь существовать могут.

Кроме того, несколько групп авторов показали также, что расщепление воды (до водорода / кислорода; с образованием АФК и других свободных радикалов) в очень мягких условиях проходить все-таки может [61, 62]. Предполагается, что сильные колебания ОВП (с амплитудой до сотен милливольт, – как и при в.н. реакции Майяра, MR) здесь связаны с активной ролью воды. Поскольку концентрации реагентов (карбонильных, аминосоединений) не превышают десятки миллимолей, а стандартные ОВП их окисленных / восстановленных форм являются очень небольшими, то (1) в.н. сильные изменения ОВП могут быть связаны с функционированием таких активных восстановителей / окислителей, как водород / кислород в относительно высоких концетрациях, – и (2) возможностью их пространственного разделения в среде с казалось бы гомогенными реакционными системами [59].

В целом, в отношении имеющих многие общие / идентичные черты водных систем (включая кровь и разной степени сложности организации аква-моделей) вырисовывается ситуация потенциально / реально возможного непрерывного производства и образования обратных связей между АФК-производными и генерируемых с их участием энергии возбуждения электронов (EEE) и состояний энергии возбуждения у соответствующих атомов, молекул и (био)(макро)(супра)молекулярных комплексов (EES). Эти условия связаны: i) с существованием резкого градиента кислорода между потребляющей реакционной системой и подающей его газовой фазой; ii) с ограничением скорости подачи O_2 в реакционную систему; со способностью поддержания порог-ассоциированных зависимостей при: iii) повышении концентрации сильных восстановителей; iv) достижении концентрации O_2 ниже определенного уровня с последующим включением механизма ускорения окислительных процессов [59].

Для любой живой клетки с аэробным дыханием (особенно при высокой его активности) характерны одни и те же условия потребления кислорода и обеспечения воспроизводства необходимой энергии. Поступление кислорода (в норме) ограничивается пониженной его растворимостью и специальными регуляторными механизмами многоклеточных организмов. При исчерпании кислорода в клеточном окружении концентрация восстановителей возрастает до определенного порога, затем происходит повторное насыщение кислородом и формирование воспалительно-подобного цикла с генерацией энергии активации электронов (EEE), ускорением дыхания (сопоставимым с

процессом «горения») и последующим кислородным истощением. Развивающиеся спонтанно колебательные режимы клеточного дыхания (показано в отдельных стимулированных глюкозой бета-клетках) играют значительную роль во всех жизненно важных / сигнальных процессах клеток и их сообществ. ЕЕЕ участвует в упорядочивании рассматриваемых здесь первично неупорядоченных систем (кровь; растворы модельных систем). Это происходит оттого, что компоненты систем (в частности, АФК, регулирующие широкий спектр биохимических / физиологических функций), как и внутренние свойства процесса их самоорганизации (и при довольно широком круге пограничных условий), способны переходить в функционально активное состояние, а сами системы обладают механизмами управления генерацией, усиления, концентрации и ограничения свободного рассеивания ЕЕЕ [59].

{{*Коммент. авт.* (выводы): Таким образом, мы сталкиваемся с такими потенциально-возможными / реальными свойствами воды и водных систем (включая клетки / кровь), как способность к расщеплению до водорода и кислорода, порог-зависимому (по концентрации O_2) окислению до перекисей с формированием свободных радикалов / АФК (регулирующих широкий спектр биохимических, физиологических и других функций), и разностепенному ее структурированию. В клетке это может вносить вклад и ферментативно / генетически программироваться совместно с организованными потоками не только ЕЕЕ-возбужденных-электронов / протонов {в том числе в соответствующих помпах (насосах), в составе атомов, молекул и при поддержания процессов самоорганизации (био)(макро)(супра)молекулярных комплексов}, – но и локально / дистантно взаимодействующих сочетаний наборов / пакетов, динамически сменяемых когерентных и некогерентных фотонов, – в виде феноменов «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк»}}.

Распространенность и регистрация сверхслабой (спонтанной) эмиссии фотонов у биологических объектов

Явление / термин «(био)люминесценция» {а также эмиссия сверхслабых / спонтанных фотонов, (темно)(био)(хеми)люминесценции, биофотоника, др.} у живых организмов применимы не только в отношении конкретных биологических видов (светлячков, многочисленных морских обитателей, и т.д.), но является общим для всех организмов свойством. Если бы глаза человека видели единичные фотоны (различных

диапазонов), мы бы обнаружили, что все живые организмы Земли светятся подобно названным выше. Это наблюдают с помощью уже созданных и создаваемых высокочувствительных приборов, ФЭУ-детекторов, др., – используемых в различных областях биофизики, биохимии и биомедицинской инженерии при экзогенном / окислительном стрессах и патологических реакциях (вместе с применением изощренных методов анализа именно сверхслабой эмиссии фотонов у растений, мышей, в мозге / нейронах крыс, при изображении биофотонного портрета тела человека / млекопитащих). Оборудование включает: счетчики фотонов; устройства для: двумерного пространственно-временного анализа изображений фотонов, измерения спектральных характеристик (от дальнего УФ до ближней инфракрасной области на основе специальных наборов фильтров из цветного стекла); однофотонные импульсные детекторы для определения статистики и фотонных корреляционных характеристик; др. [64].

Растения

Биофтонный образ этиолированных проростков сои (***soybean***) получен при условиях адаптации растения к темноте (за 4,5 часа измерения и использовании высокоразрешающей системы визуализации CCD), последующих слабом освещении светом и удалении части / кончика корня. Он характеризовался более-интенсивным / сильным излучением биофотонов в течение 3 часов в области гипокóтиля (части стебля от корневой шейки до места прикрепления семядолей), считающейся ответственной за рост и дыхание клеток. Увеличение (изменение) интенсивности эмиссии биофотонов здесь после локального повреждения, очевидно, можно ассоциировать с информационным сигналом о целостностном характере метаболической / энергетической активности клеток и их макроскопического уровня (не однородного по количественно-качественным показателям). И связано это, скорее всего, с активацией и вкладом H_2O_2-эндогенной пероксидазной системы при защитных реакциях герметизации и регенерации тканей заживающего / поврежденного участка стебля (раны).

Можно предположить, что аналогичная реакция возможна и в связи с различными (физическими, химическими, патологическими) видами внешнего раздражителя. Например, после термической стимуляции биофотонный ответ от экстрактов листьев сои (при термографическом контроле; с использованем излучений CO_2-лазера и регистрции поверхносной температуры лазерного пятна) в течение 15 часов обнаруживал

значительные изменения пространственно-временного распределения интенсивности фотонной эмиссии. Это касалось, по-видимому, различных механизмов, действующих по: а) центральному месту, где интенсивнось излучения фотонов нарастала (в течение ~10 часов, возможно, в связи с индукцией химических, включая радикальные, реакций, сопровождаемых некрозом или потемнением); б) а также периферийной области, где сильное излучение сменялось монотонным уменьшением интенсивности (возможно, в связи с физиологическим ответом на тепловой стресс и репарацию поврежденной ткани) [64].

Млекопитающие

В опытах с млекопитающими (*зд*. **мышами** *nude*, размещенными в положении лежа, на спине, под анестезией в камере, в течение 15 час) была сделана попытка определения пространственно-временного распределения биофотонов при создании модельной ситуации окислительных стресса / повреждения. Распределение описывалось кинетикой РЕ-эмиссии с поверхности тела (тканей, внутренних органов и эпидермиса кожи животного). Для этого применялся, в частности, быстродействующий широко используемый и токсичный в отношении легких, почек, печени и слизистых ЖКТ гербицид паракват (акцептор электронов): N,N'-диметил-4,4'-дипиридилий-дихлорид, $C_{12}H_{14}Cl_2N_2$. Такой шаг был вызван необходимостью / желанием визуализации процесса (*in vivo*) и создания информационной технологии определения некоторых физиологических и патофизиологических состояний у млекопитающих на основе двумерного (плоскостного) изображения и различных техник подсчета биофотонов. Ионы-радикалы параквата, взаимодействуя с кислородом, генерировали выработку супероксид-аниона ($O_2^{\cdot -}$) и, при пероральном введении (*per os*), вызывали окислительное повреждение внутренних органов. Через 2-3 часа после приема параквата центр повышенной интенсивности РЕ наблюдался в области желудка, а через 5-10 час, – кишечника. Эти предварительные результаты показали, что сохраняется возможность применения пространственно-временного анализа биофотонов в фармакокинетических и патологических исследованиях (в частности, для применения и оценки окислительного стресса, вызванного побочной реакцией на препарат).

Интересно, у таких мышей, но уже с трансплантатами различных опухолей, значительное повышение интенсивности РЕ-эмиссии коррелировало с увеличением

скорости роста трансплантатов и жизнеспособности раковых клеток. Данные наблюдения, потенциально, могут быть полезны при оценке уровня злокачественности и действия противораковых препаратов (при фармисследованиях) [64].

Также, в опытах по изучению изменений двумерного изображения пространственной структуры излучений биофотонов у других млекопитающих (*зд*. у ***крыс***), исследовались:

1) одновременно взаимосвязанные интенсивность РЕ-эмиссии и ЭЭГ-активность мозга (измерением временных изменений тета-волнового компонента ЭЭГ, EEG), которые, оказалось, коррелировали с высокой статистической значимостью ($p < 0{,}001$) при различных физиологических и метаболических условиях поддержания энергетического статуса нервных клеток (in vivo);

2) спектральный анализ и механизм эмиссии фотонов в срезах мозга (in vitro).

После подготавливающих процедур (разреза кожи черепа и удаления теменной кости у части животных), и в различных физиологических условиях, биофотонная томография головного мозга проводилась под наркозом и при искусственной вентиляции в атмосфере азота (для исключения искусственной хемилюминесции в результате автоокисления открытой поверхности ткани). На в.н. корреляцию проведение хирургической операции не влияло, хотя конечная интенсивность РЕ-эмисси при этом падала почти вдвое.

Для изучения спектров сверхслабой фотонной эмиссии в мозге крыс проводились следующие процедуры: декапитация осуществлялась под наркозом диэтилового эфира (C_2H_5-O-C_2H_5); суммарно получили 10 листов срезов тканей (одно полушарие мозга нарезалось фронтально-секционно до фрагментов толщиной в ~500 нм), которое помещали в кварцевую камеру с искусственно циркулирующей спинно-мозговой жидкостью и атмосферно-воздушной смесью (O_2 : $CO_2 \approx 95 : 5$). В спектре излучения в диапазоне длин волн ~500-800 нм были обнаружены два пика (~530 и ~610 нм) и плечо (~670 нм). Голодание по глюкозе здесь вело к уменьшению РЕ-эмиссии на 20% по сравнению с таковой в норме. А в диапазоне длин волн ~600-700 нм форма кривой оставалась неизменной. В нейронах, при активации митохондриальной цепи переноса электронов глутаматом или ингибировании ее ротеноном (блокирует перенос электрона с железосерного кластера комплекса I на убихинон), наблюдают вре́менное увеличение интенсивности РЕ-эмиссии (и без значительных изменений спектральных характеристик). Это свидетельствует о взаимосвязанности процессов активации энергетического метаболизма и испускания фотонов при утечке электронов из дыхательной цепи.

Также проводились исследования механихмов РЕ-эмиссии с помощью ненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой) в реакциях постепенного автоокисления в окружении чистого кислорода и при 37°С. Временное увеличение интенсивности излучения фотонов у крыс сопровождалось постепенным изменением спектрального рисунка. В случае линолевой кислоты на ранних этапах автоокисления в диапазоне длин волн в ~450-750 нм обнаруживались три пика (~530, ~630 и ~700 нм), а на более поздних стадиях, – повышение интенсивности излучения с центральным пиком в области ~530 нм. В случае линоленовой кислоты, и в спектральном диапазоне ~600-800 нм, доминировал пик в области ~650 нм. Для арахидоновой кислоты, и при сканировании диапазона в ~450-700 нм, в период измерения неизменными были спектральная картинка (подобно таковой для последней стадии окисления линолевой кислоты) и интенсивность хемилюминесценции (автоокисления) с пиками в области ~490 нм и ~530 нм. Анализ этих и результатов, полученный для срезов головного мозга, показал, что арахидоновая и линолевая кислоты или их производные могут быть кандидатами в частицы, возбуждающие РЕ-эмиссию в мозге крысы в процессе свободнорадикальных реакций при перекисном окислении липидов и последующем воспроизводстве АФК. Однако пик в области ~610 нм, не характерный ни для одной из окисленных жирных кислот, указывает на возможное существование других источников излучения, каковыми, предположительно, могут быть окисленные производные белков и других молекул [64].

Наконец, при исследовании с помощью высокочувствительной CCD-системы формирования двумерных изображений и визуализации подсчета фотонов было выполнено также сканирование / поиск сверхслабого фотонного излучения в образцах плазмы крови, мочи и при дыхании ***человека***. Ранее, однако, и после 30-минутного наблюдения и сведѐния замедленной флуоресценции к миниму за счет 10-минутной адаптации к темноте, характерное распределение интенсивности РЕ-эмиссии было обнаружено в снимках поверхности:

а) ладони (и с учетом возможного вклада автоокисления секретируемого пота или кожного сала в аэробных условиях чистого кислорода и анаэробного условиях чистого азота);

б) лица (*зд.* более высокая интенсивность наблюдалась в центральной зоне вокруг носа, что могло быть вызвано секрецией или, не исключено, воздействием соединений порфирина, секретируемых на поверхности кожи бактериями);

в) верхней части талии человека (*зд*. интенсивность излучения фотонов вокруг лица была выше, чем вокруг тела).

Результаты обнаружили зависимость интенсивности испускания фотонов от концентрации кислорода, что предполагает вклад перекисного окисления липидов, и, возможно, секретируемых на поверхности кожи жидкостей. Кроме того, интенсивность испускания фотонов подавлялась на ~25% при гипоксии и по сравнию с таковой в воздухе, – и на ~50% в атмосфере чистого кислорода. То есть, фотоны поверхности тела, скорее всего, могут воспроизводиться независимым от атмосферного кислорода компонентом субэпидермальных или клеток кожи, лежащих ниже базального слоя. Идентификация этого компонента может помочь в определении восприимчивости клеток кожи к окислительному стрессу, а также в диагностике устойчивости к повреждающему действию УФ-света (в том числе, с позиций «концепции длительной люминесценции после УФ-облучения»), другим физическим факторам и химическим веществам [64].

Таким образом, эффективность исследований РЕ-эмиссии, статистических и пространственно-временных характеристик фотонов необходимы для поддержания изучения биологического порядка (и на фоне взаимосвязанных биологических и биохимических реакций). Также это необходимо для визуализации биофотонных изображений при количественном определении разных типов физиологической и патологической информации (многие детали механизма излучения биофотонов остаются недоизученными). Это достигается, в основном, за счет применения высокоточных физических методов, а также высокочувствительных приборов и прорыва в аналитической технике (технологиях) определения биофотонов для широкого диапазона субъектов, − от микробов до человека, − и даже в случае сверхмалой плотности биофотонов. Существенным достоинством биофотонного анализа (*зд*.) является использование неинвазивных техник и неиспользование зондов с физическими примесями [64].

Ультраслабая фотонная эмиссия в УФ, видимой (или ИК) областях спектра наблюдается и при исследовании поверхностей различных органов и тканей ***человека***. Начиная с 60-80-х годов и до настоящего времени исследовались изолированное от грудной клетки сердце, стимулируемые электричеством нервные / мышечные клетки (и др.). На базе сегодня известного о хемилюминесценции, ассоциированной с реакциями в жидкой, газовой и твердой фазах (анализ 70-х годов), сделан вывод, что живые организмы генерируют РЕ-эмиссию (сверхслабый свет), которую можно зарегистрировать на тканевом, клеточном и субклеточном уровнях. Эффективность возбуждения

ассоциирована с почти мгновенным одношаговым выделением больших количеств энергии и оценивается спектральным анализом источников излучения в в.н. органах / тканях (и с учетом ферментативных, биохимических, свободно радикальных и реакций перекисного окисления липидов). В большинстве таких ранних экспериментов технически удобным оказалось исследовать человеческую руку, когда в секунду на квадратный сантиметр удавалось фиксировать несколько фотонов, − однако показатель соотношения сигнал / шум здесь оставался низким. Позже были созданы специальные подвижные фотомультипликаторные устройства (ФЭУ, фотоэлектронные умножители), конструктивные особенности которых позволяют производить 3D-манипуляции в условиях высокого охлаждения, с очень чувствительными фотомультипликаторными трубками и высоким соотношением сигнал / шум. После этого стали доступными каждодневное, и на протяжении нескольких месяцев, сравнение результатов измерений РЕ-эмиссии двух ладоней (фотоных импульсов в минуту, cpm's), «мониторинг» в области лба человека. В результате систематического сканирования плотности фотонов в различных участках тела человека были обнаружены долгосрочные биологические ритмы спонтанного излучения, − например, двусторонняя РЕ-эмиссия рук оказалась повышенной летом. Последняя касалась не всего, а только области 420-570 нм в.н. 200-650 нм диапазона длин волн. В то же время (*зд*.), дополнительно, необходима поправка на индуцированную освещением задержку люминесции в более широкой, чем в случае спонтанной эмиссии, области 420-630 нм.

Для надежной мультисайтовой регистрации и исследований уровня спонтанных излучений стало возможным ответить на некоторые важные вопросы: 1) каково требуемое время пребывания в затемненной комнате; 2) каков уровень стабильности спонтанного излучения фотонов в каждом отдельном поверхностном сегменте тела; 3) каково минимально необходимое время сохранения записи усредненных данных (см. ниже); 4) каково внутрисуточное изменение паттерна плотности фотонов; 5) какова возможная степень симметрии / (асимметрии) фотонного излучения в различных участках кожи, руки (др.); 6) каково спектральное распределение (протокол анализа) сверхслабо излучаемых фотонов {*зд*., в диапазоне длин волн от границ дальнего / ближнего УФ (200 нм), через синий, зеленый, желтый, оранжевый, − и до 650 нм, части красной области спектра видимого света}; 7) каков возможный спектр биохимических реакций, связанных с излучением фотонов.

Картина эмиссии фотонов оказалась богатой разбросами и нерегулярными колебаниями, длившимися десятки секунд. Поэтому для получения при регистации РЕ-эмиссии более надежных средних значений (с низкими стандартными отклонениями) стали использовать / подбирать более длительные временные ряды и соответствующие им интервалы (в частности, на протяжении ~2 минут регистрация производилась каждую секунду, т.е. 120 раз) [65]. {{*Коммент. авт.* (выводы): что касается в.н. усредненных данных, то следует учитывать, что само усреднение (*зд*.) может быть неким смысловым упрощением, скрывающим / отбрасывающим разнообразие свойств исследуемого процесса (его своеобразные / противоречивые сочетания периодичности, программируемости, вариабельности, др.). В частности, это касается эмиссии / обмена фотонами (включая в.н. феномен «скрытого фотонного фейерверка»). Но при определенных процессах, на первый взгдяд чисто стохастических, важны именно наборы состояний, колебаний, разброс амплитуд (и т.д.), т.к. это может быть связано с динамикой информационной составляющей некоего неизвестного процесса}}.

Производственно-экспериментальный процесс состоял в следующем. В темной комнате (габариты 2•1,5•2 м) использовался низкошумовой, имеющий кварцевое окно 3D-фотомультипликатор (EMI 9235QB, диаметр 52 мм), устанавленный в герметическом корпусе (под вакуумом). ФЭУ регистрировал спектр-распределенную фотонную эмиссию в пределелах чувствительности трубки фотоумножителя и в диапазане 200-650 нм. Порт ФЭУ отстоял от нескольких участков кожи руки (каждый диаметром в 9 см) на расстоянии 80 мм. Термоэлектростат поддерживал низкую температуру (–25°C), а чувствительность и скорость подсчета регистрируемых с округлых участков (диаметром 9 см; здесь располагалась фотоумножительная трубка) кожи фотонов составляла менее 0,1 фотона (за секунду и на квадратный сантиметр). Избегание задержки излучения (фотонной эмиссии), связанной с предыдущим воздействием света (яркого солнечного, искусственного синего или УФ света) на кожу, которое может искажать значение собственно спонтанной эмиссии, достигалось за счет защиты от внешнего источника света, по крайней мере, в течение одного часа до измерения. Такая задержка на протяжении 4 часов после окончания освещения, и в координатах двойного логарифмического масштаба, имела кинетику затухания люминесценции в виде почти прямой линии (характерной для кривой гиперболических типа / функции), а период полураспада / снижения плотности излучения фотонов не являлся величиной постоянной. Значение отсроченной спонтанной эмиссии, достигшей постоянной величины (через ~1

час), не зависел от интенсивности / длины-волны предыдущего освещения, но определялся временем темновой адаптации кожи до спонтанной эмиссии (иногда). Описание спонтанной эмиссии требует такого подбора времени записывания (*зд*. с ладони здорового человека), чтобы сохранялась возможность ее регистрации как по многим сайтам локализации (1), так и в надежно различающихся высокоточных режимах (2), − хотя эти две переменные, (1) и (2), могут действовать противонаправленно [65].

Названные сайты (всего 29 точек) были расположены на ладонях рук, щеках, лбу, передней / задней грудной клетках, животе, в области почек, спины, различных частей ног и выбраны таким образом, чтобы распределение фотонной эмиссии способствовало изучению различных видов ее симметрий (право-левой, дорзально-вентральной, центрально-периферической). При сравнении паттернов интенсивностей фотонной эмиссии у двух мужчин (36-ти лет и 61-го года), и с учетом фоновых шумов, обусловленных, в значительной степени, прибор-(ФЭУ)-ассоциированным электронным шумом, оказалось, что по каждому из этих сайтов имеются статистически значимые различия ($p < 0,01$). Хотя, также, были отмечены и общие тенденции понижения фотонной эмиссии в области грудной клетки и живота, – и повышения, но в различной степени, в области верхних конечностей (*зд*. наблюдался высокий уровень спонтанной эмиссии фотонов при ее регистрации в течение 3-х минут) и головы; (итого, учитывались: пол, возраст, дата / сезон, время суток, диета и психологический стресс; а также технические характеристики используемых приборов и ниже описанный вклад физиологического фактора).

Для исследования спектра испускаемых фотонов использовался набор высоко-пропускных цветных стеклянных фильтров, статистически значимо отсекающих разные длины волн излучающего света, − и, наоборот, сохраняющих даже очень слабо излучаемые фотоны следующих длин волн: 320 нм, 360, 420, 470, 530, 570, 630 и 695 нм (среднее число фотонов эмиссии оставалось достаточно стабильным). Запись велась в течение 2-х часов, в обоих направлениях длин волн, и производилась поправка на задержку люминесции (наблюдаемую даже после нескольких дней адаптации к темноте). Одним из физиологических факторов, необходимо учитываемым при определении фотонной эмиссии (в частности, с руки), является кровоснабжение и ассоциированное с ним действие кислорода и питательных веществ. Средняя фотонная эмиссия значительно снижалась в зависимости от степени усиления герметичности, создаваемой размещенным вокруг плеча жгутом. Подавление эмиссии наблюдали и при опосредованном остановкой

сердца ограничении кровотока (притока кислорода) к мозгу крыс. И наоборот, при удалении жгута РЕ быстро восстанавливалась (за 5 минут). Тем не менее, и при перетяжке жгутом, восстановление РЕ продолжалось, − но медленнее [65].

Таким образом, к настоящему времени показаны задержка люминесценции (с характерным красным смещением) и относительно-длительное / гиперболоподобное падение люминесценции после ее индукции сильными искусственным или естественным солнечным светом (с УФ-компонентом). Это каслось, одновременно, нескольких частей и обеих сторон тела человека. Красное смещение связывают только с одной из полос спектра эмиссии синглетного кислорода, возбуждения его димера, – или с реакциями вторичного излучения. Димер образуется с участием радикалов в цепи реакций: гидроксил-радикал → гидропероксид-радикал → супероксид-радикал → димер-синглетного-кислорода [ОН → HO_2 → O_2^- → O_2 ($a^1\Delta_g$)], − но, затем, сверхбыстро распадается [67]. Однако, внешние условия, особенно без долгосрочной адаптации кожи к темноте в течение нескольких (не менее одного) часов, могут легко помешать регистрации спонтанной эмиссии на специальном фотомультипликаторе (3D-ФЭУ), способном сканировать и перемещаться в трех направлениях. Спонтанная эмиссия характеризуется большей долей сине-зеленых компонент, связанных, в частности, с возбуждением / эмиссией карбонил-(>C=0)-ассоциированными группами в области 400-500 нм. Это позволило подобраться к определению более точного времени регистрации надежных средних значений интенсивности РЕ, связанной с большими вариациями числа фотонов (флуктуациями их за время в десятки секунд или даже несколько минут), зависимыми от размера отверстия в порту в.н. ФЭУ.

Происхождение в.н. колебаний среднего значения спонтанной эмиссии фотонов (*зд*. кожи, др.) неясно, но, в основном, считают, что они имеют биологическое происхождение. По-видимому, они связаны с медленными авторегулируемыми осцилляциями в локальных участках кровотока кожи и ограниченным доступом сюда свобных радикалов и продуктов перекисного окисления липидов (АФК и активных форм кислорода / азота). Последние могут появляться при дисмутации пероксирадикалов и расщеплении перекисей при некоторых отклонениях от нормы, различных хронических заболеваниях и индукции оксидативного стресса (включая подготовку к физиологической реакции борьба / бегство). {Такой стресс, согласно определению, возникает в результате нарушения про- и анти-оксидантного балансов (в пользу первого) и сопровождается повреждением ДНК / РНК, белков и липидов [98]}. При этом возможны как рост уровня

супероксидов / пероксидов плазмы, так и рост / модификации антиоксидантной защиты. Так, при различных патофизиологическпих состояниях (ишемической болезни сердца, диабете, ревматоидном артрите, атеросклерозе, болезни Крона, неврологических расстройствах, раке, др.) уровень АФК и продукты их неспецифического взаимодействия с биологически важными молекулами являются повышенными. При этом интенсивность и / или симметрия видимой фотонной эмиссии нарушаются. Предварительные результаты свидетельсьвуют о том, что уровень эмиссии фотонов (*зд*. над телом) может зависеть от соотношения ежедневных стресса (оксидативного, др.) и отдыха (в частности, медитативного). Так, сразу после сна, он, обычно, равнораспределен, − но по ходу дня, далее, локально увеличивается. Противовесом многим психосоматическим заболеваниям (высокому уровню стресса), интересно, могут служить физиологические изменения, связанные с медитацией. Это состояние сопровождается понижением уровня перекисей, − некоторое время сохраняемым далее (и после остановки медитации) на низком уровне. Данные исследования, касающиеся излучения фотонов, могут, в будущем, дополнительно способствовать технологической разработке небольших, универсальных и доступных устройств, широкое применение которых может быть ориентировано как на связанные со стрессом, так и с хроническими дегенеративными заболеваниями [65].

Эмиссия биофотонов в клетках млекопитающих (in vitro), индуцированная УФ-излучением лазера

Идея М.Планка (1900 г.) о дискретности / квантованности элементов спектра света впервые была хорошо воспринята и замечена после использования ее при объяснении фотоэлектрического эффекта А.Эйнштейном (1905 г.). К настоящему времени стало ясно, что фотоны можно рассматривать в качестве носителей информации материи, т.к. они, обладая в.н. разными характеристиками в одной / разных средах, − {неизменной частотой, проницаемость-зависимой длиной волны, энергией (1), обращаемым спином (2)}, − не только соединяют («склеивают») элементарные частицы, но и могут быть заменяемы при атомных, молекулярных и атомно-молекулярных взаимодействиях. Идея А.Гурвича о сверхслабой (на уровне чрезвычайно низкого шума) передаче фотонной (био)информации первоначально была отвергнута. Но с развитием в середине 1950-х годов ФЭУ (специальных их фотоумножительных трубок), и на основе независимых разработок использования высокочувствительных систем подсчета эмитирующих фотонов, в

частности, с помощью лазера LN203C (Италия), исследователи разных стран (Германии, Японии, Австралии, др.) возможность феномена биологического излучения пересмотрели. Было установлено, что разные виды клеток растений, животных и человека испускают сверхслабые (био)фотоны в УФ- и видимой-областях (в диапазоне 220-850 нм; сигнал обрабатывался с помощью дискриминатора LeCroy 6408B и MCS-синхронизатора). Излучение в видимой области, скорее всего, может быть связано с возбуждением здесь карбонильных групп и / или димера синглетного кислорода при перекисном окислении липидов (ПОЛ). В свою очередь, считают, что ПОЛ-окисление ассоциировано с возрастанием уровня различных АФК ($Ó_2^-$, H_2O_2, ÓH и $^1O_2$) [66]. {К АФК, не редко, относят перечень реактивных форм не только кислорода, но и, иногда, азота, хлора и / или липидных радикалов. Это касалось, в частности, оксидативного стресса в фагоцитах, АФК которых могли повреждать другие клетки [98]}.

Причем отдельные нуклеотиды и целая ДНК (динамичная даже в относительно статическом состоянии, и, тем более, при экспрессии генома), особенно в случае их изменения, в этот процесс вовлекались активно и могли играть значительную / ключевую роли. В сбалансированных клеточных культурах (BSS, balanced salt solutions) человека с помощью высокочувствительного UVA-лазера фиксировали сверхслабое фотонное излучение от клеток с дефицитом экцизионной репарации ДНК (клеток пигментной ксеродермы, XPA, вызванной УФ-облучением), − но не от нормальных (интактных) клеток, у которых эффект такого излучения отсутствовал. Гиперболический характер кривой кинетики распада, обнаруживаемый в в.н. живых системах после предварительной подсветки белым светом, вероятно, указывал на согласованное повторное рассеяние сверхслабых фотонов из-за коллективного возбуждения нуклеиновых кислот ДНК исследованных фибробластов (ФБ); (задержка эмиссии фотонов после действия белого света составляла ~50, а после действия UVA-лазера, ~1 микросекунду). Эти исследования показали важное различие между этими клетками: в.н. РЕ-эмиссия в XPA-клетках (дефектных по экцизионной репарации ДНК) свидельствовала о неспособности этими клетками фотоны сохранять (программно утилизировать). В то же время такая эмиссия отсутствовала в нормальных клетках, т.к. они фотоны эффективно поглощали [66].

{{*Коммент. авт.* (выводы): эти в.н. примеры, возможно, являются иллюстрацией двух гипотетических феноменов: 1) «фотонный фейерверк» {например, в отношении клеток с постоянной / вре́менной внутриклеточной патологией (*зд*. с дефицитом экцизионной репарации ДНК)}; 2) «скрытый фотонный фейерверк» (например, в

отношении клеток, способных сохранять, сбалансированно программировать утилизацию и синхронно встраивать полный ряд наборов отдельных или потоков различающихся по своим характеристикам фотонов при молекулярных внутри- и межклеточных процессах; в этом случае клетка не способна быть программируемо регулируемым в.н. «убежищем» фотонов). Учтем, однако, что эти два «крайних» варианта {*зд*. в отношении условных состояний «патологии», (1), и «нормы», (2)}, могут содержать и регуляторно-промежуточный условный вариант (3), функционирующий в контексте как «открытого» (1), так и «скрытого» (2) режимов «фотонного фейерверка». Следы динамики и само присутствие фотонов второго типа (2) {«фотонный фейерверк» скрыт} можно «вычислить» только опосредовано, – при сравнении с различными / многочисленными вариантами метаболических (генетических / биохимических и прочих) отклонений внутри клеток. Каждый из двух феноменов, (1) и (2), может играть свою специфическую роль, – начиная с процесса формирования генетического УГК-кода, − и, далее, при реализации заложенных в УГК свойств, в различных в.н. (био)химических, (био)физических, молекулярно-генетических и других метаболически важных внутри- / межклеточных процессах (см. работы [1, 2, 6, 7, 11-14, 16, 17, 20-22], размещенные на сайте www.amdeich-var-reverse-translation.ru)}}.

Интересно, что усовершенствование способа индукции фотонной эмиссии UVA-лазером (337 нм; 5-ти наносекундный импульс преобразовывался ФЭУ) привело:

а) к обнаружению более сложной кривой, – с релаксирующими синусоидальными колебаниями вокруг гиперболической функции распада, связанными с задержкой сверхслабой фотонной эмиссии (время распада оценивается в сотни миллисекунд); к возможности:

б) работать не в милли-, а в микросекундном временном диапазоне;

в) определять не сотни, а миллионы эмитирующих фотонов (и, видимо, это еще не предел).

В результате был получен новый высокочувствительный неинвазивный метод определения сверхслабой фотонной эмиссии (биофизических изменений в клетке) с использованием задержки сверхслабой люминесценции, индуцированной в.н. UVA-лазером в культивируемых клетках млекопитающих (что показано на клетках меланомы мыши, Cloudman S91, с плотностью в культуре ~1 млн/мл). Не исключено, разработка метода вызовет появление новых научных стратегий в области биологии клетки. При этом: фиксируется легкий всплеск более 10^7 фотонов; чувствительность метода возрастала

на ~4-5 порядков, – а с учетом стократного уменьшения требуемых объемов анализируемых проб, – не менее, чем в ~1 миллион раз [66]. {Все это ведет к пониманию, что усложнение акцепции или увеличение чувствительности РЕ-индуцирующих / регистрирующих ФЭУ-приборов и систем позволит обнаруживать как более сложный характер фиксируемых ими процессов, касающихся, скорее всего, не только фотонов, но и некоторых других элементарных частиц с переменными характеристиками, – так и те законы, которые управляют этими процессами}.

Для описанных выше фибробластов (ФБ), и в соответствии с их биохимическими / морфологическими показателями (in vitro), получены доказательства их дифференцировки: нормальные ФБ дифференцировались в митотические (MF) и постмитотические (PMF), – причем применение некоторых физических факторов (*зд*. УФ) или химических агентов (*зд*. митомицин-С) ускоряло период перехода и повышало частоту появления постмитотических клеточных типов. В случае же индукции узкоспектральным, почти монохроматическим светом (из диапазона 300-500 нм) у дефицитных по эксцизионной репарации XPA / CRL1223-фибробластов показана первичная сверхслабая фотонная эмиссия на различных стадиях их дифференцировки. Причем это касалось как митомицин-С-необработанных / обработанных, так и постмитотических клеток (в течении одной недели; in vitro). Это подтверждает более ранние данные о том, что наиболее важной для индукции сверхслабой фотонной эмиссии (неизменной для различных стадий дифференцировки) является UVA-область ближнего УФ-света (330-380 нм).

Кроме того, на уровень / появление сверхслабой фотонной эмиссии, оказалось, влияют и некоторые другие факторы, − в частности, присутствие / активация некоторых белковых факторов-роста (например, BGF, фактора роста кости, индуцирующий пролиферацию у дифференцирующихся фибробластов) [66].

Задержка люминесценции при биофотонной эмиссии у растений

Спонтанную эмиссию биофотонов (BPE) и задержку люминесценции (DL, luminescence delay) у растений, в частности, после освещения красным / инфракрасным светом, начали изучать в 50-х годах XX века. Сначала это касалось проростков, затем тканей / клеток зеленых растений и изолированных хлоропластов. Считается, что феномен BPE связан («питается»), прежде всего, с окислительно-восстановительным (OB)-

метаболизмом и характеризует процесс сохранения / перераспределения фотонов макромолекулами (их частями / группами). Задержку люминесценции наиболее часто связывают с процессами обратного светового излучения рекомбинирующими зарядами (самих субпопуляций систем фотосинтетических электронтранспортных цепей ФС II и ФС I) и выхода в.н. структур / молекул из когерентных состояний. В видимом диапазоне DL-кривая живых систем (включая высокоупорядоченный цитоскелет) характеризуется гиперболической релаксацией и однотипной осциллирующей кинетикой затухания / распада по крайней мере 2-х когерентных состояний (выходом из поля когерентности) [74]. {{*Коммент. авт*. (выводы): здесь необходимо понимать, что, скорее всего, для биосистем одинаково важны как вхождение, так и выход из состояния когерентности, – т.е. программируемая возможность момента переключения регулируемых когерентное ↔ некогерентное состояний}}.

В данной работе исследовались биофотонная эмиссия (BPE) у прорастающих семян (ячменя) и задержка люминесценции (DL) у зеленых листьев (трех видов комнатных растений: толстянка яйцевидная, *Crassula ovata*; антуриум, *Anthurium*; и каланхоэ, *Kalanchoe daigremontiana*; др.), их гомогенатов и изолированных хлоропластов. Измерения BPE и DL проводились приборами, в том числе собственной разработки: системой определения фотонов, PMS-2, оснащенной двумя ФЭУ (Thorn EMI, 9558 QA) в качестве фотоннных детекторов. Для индукции в образцах листьев BPE и последующей DL использовались Аргонный (Melles Griot, 35MAP431-230; 457 нм) и He-Ne (Melles Griot, 05STP903; 632.8 нм) лазеры, оба 11-12-ваттные, – также как и пять инфракрасных светодиодов (Roithner Lasertechnik, ELD-780-514; 780 нм). Схематично: семена ячменя лишались оболочки, вводились в кварцевую кювету, наполовину погружались в воду и помещались в темную камеру системы PMS-2. Измерения проводились непрерывно в течение 6 дней. После в.н. погружения интенсивность BPE сначала возрастала, затем в течении первых 6 часов резко падала, а далее вновь существенно возрастала. Периодичность ритмических изменений оказалась суточной. После этого интенсивность BPE входила в фазу стагнации. Мертвые семена, однако, обнаружили только начальное уменьшение интенсивности BPE, – но не более позднее ее увеличение [74].

Семена ячменя полностью набухают в воде после 11 часов погружения. В этот период быстрое впитывание воды идет как у живых, так и мертвых семян (за 6-8 часов), интенсивность BPE уменьшается до минимума. {Очевидно, преобладает безызлучательный процесс переноса биофотонов частями и целыми (био)(макро)-

молекулами, – «ловушками» (био)фотонов}. Затем поглощение воды стагнирует, она перераспределяется, и в наступившей фазе высокой биохимической активности, и на фоне самого низкого уровня BPE, идет белковый синтез (*зд*. на основе ранее наработанных и уже существующих мРНК) и реорганизация митохондрий в функционально активные структуры. {Очевидно, EEE-энергия возбужденного состояния электронов раходуется не на эмиссию (био)фотонов (которая тем не менее происходит, но в рамках т.н. «скрытого фотонного фейерверка»), а на клеточный анаболизм}. После появления стрелок-проростков поглощение воды семенем начинается заново. С 21-го часа водопроницаемыми становятся оболочка, покрывающая / защищающая росток (колеоптили), и корни семени. Интенсивность BPE в прорастающих сеянцах резко усиливается. Периодически изменяющийся рост уровня интенсивности BPE (даже в темноте) коррелирует с ежедневной ее составляющей целого циркадного ритма растущих саженцев. Потоки углекислого газа (2,7 л/мин) оказывали сильный ингибирующий эффект на BPE проростков ячменя в темной камере (объемом в 23 л). Интенсивность BPE сразу после каждой обработки CO_2 уменьшалась (хотя, – не до фонового уровня, даже в первый раз), – но при последующей вентиляции воздухом она увеличивась, каждый раз до более высокого уровня. Дыхание играло важную роль в регуляции BPE, т.к. CO_2 мог резко снижать уровень ее интенсивности. Тем не менее, природа поддержания небольшой доли BPE, независимой от CO_2, должна быть в дальнейшем доопределена [74].

В листьях растений также фиксировалась задержка люминесценции (DL), которая возникала после облучения их инфракрасным / красным светом и составляла свыше 10 минут, а DL-кривая стандартно колебалась вокруг гиперболы и обнаруживала следы совмещения функций 2-х когерентных состояний. Для исследования общности и различий в происхождении DL у целых листьев кукурузы и их гомогенатов, DL определялась в выделенных хлоропластах и гомогенатах. В последних и в целых листьях DL имела одни и те же значения, но в гомогенатах отсутствовали DL-колебания. У выделенных хлоропластов эти колебания также отсутствовали, и время задержки люминесценции (DL) было много короче, чем в случае целых листьев. В фильтрованных гомогенатах (не содержащих клеток, их органелл, хлоропластов) DL отсутствовала, хотя они все еще содержали много хлорофилла и других молекулярных компонент хлоропластов. Присутствие DL-колебаний только в целых листьях, но не в их фракциях, очевидно, указывает на существование взаимосоответствия между этими колебаниями и целостностью ткани листа, клеток. В процессе экспериментального старения листья

постепенно теряют свою клеточную целостность и DL-паттерн меняется. У свежеоборванного листа DL-колебания сохраняются, а в процессе старения сама DL даже повышается. Но в течение 3-х недель DL-колебания уменьшались, – а затем и полностью прекращались [74].

Представленные данные позволяют предполагать, что задержка люминесценции является феноменом не столько отдельных молекул, сколько касается более сложно организованных тканевых структур, целых клеток и их органелл. Единичные абсорберы света, например хлорофиллы, не сохраняют фотоны в течение длительного (*зд*. более 10 минут) времени. Сохранение фотонов возможно только в сложноупорядоченной системе с большим количеством промежуточных поглотителей света. Гипотетически, электронтранспортные цепи систем ФС-I / ФС-II (*зд*. хлоропластов, др.), содержащие десятки / (сотни), прежде всего белковых (но и металлов / металлопротеидов / др.), компонент, с происхождением DL (*зд*. у целых / фрагментов листьев растений) связать можно. Такая связь, однако, вряд ли вероятна в отношении: а) конфигурации (паттерна) кривой затухания колебаний DL в целом листе; б) отсутствия DL-колебаний в растворе хлоропластов. В целых листьях DL-колебания, скорее, объяснимы тандемным взаимодействием процессов испускания (источников) и поглощения (поглотителей) света множественными компонентами целой биологической системы. Это характерно для когерентных (согласованно действующих) систем. Теоретически, именно сочетание разночастотных когерентных состояний может вести как к самой DL, так и к формированию характерных паттернов кривой DL-колебаний с гиперболической релаксацией. Кривая затухания DL-колебаний в целых листьях может быть установлена функциями, описывающими сочетанные когерентные состояния. Исчезновение DL-колебаний в гомогенатах листьев ассоциировано с разрушением этих структур / состояний и в.н. когерентных связей [74].

Таким образом, непрерывная / неинвазивная запись параметров задержки люминесценции (DL) и колебаний задержки люминесценции (DL-колебаний) при эмиссии биофотов (BPE) является важной / глубинной информацией о растении, клетках и внутриклеточных органелл / структур. Даже небольшие легко измеряемые изменения интенсивности DL коррелируют, в частности, с активностью клеточных роста / дыхания у растений более существенно, чем биохимические параметры. Это может быть использовано, например, при оценке: а) биоритмологических паттернов, динамики BPE в циркадных ритмах и постадийном распределении при прорастании, развитии и росте

растений, семян (например, проростков ячменя); б) структурного состояния, меры целостности растений (степени когерентности, инерционности / колебаний ВРЕ в высокоупорядоченных структурах), их частей (целых листов, их фракций / гомогенатов), клеток и их органелл; в) практических показателей степени свежести растения, его тканей и клеток. Для реализации этих возможностей, однако, необходимо развитие / разработка новых, более низкошумовых детекторов фотонов [74].

{{*Коммент. авт*. (выводы): из выше сказанного следует, что наболее высокоупорядоченные структуры сложно организованных / структурированных и наименее поврежденных (интактных) живых структур, и по сравнению с их интактными частями, поврежденными целыми или их фрагментами и неживыми структурами: а) являются «расширителями» спектра и наиболее надежными «убежищами» динамически дислоцируемых и включенных / не-включенных в процесс перманентных преобразований потоков фотонов с разночастотными когерентными / некогерентными состояниями, характеристиками критерия задержки люминесценции (др.), – и в условиях возможности их функционально-вариабельной специализации; б) обладают наибольшими буферной емкостью и, возможно, детерминируют максимально возможную сохранность и программируемые преобразования этим потокам (на генетическом, клеточном, органелльном, тканевом и организменном уровнях), – в рамках относительно открытых / закрытых живых систем, в которых, в частности, может реализовываться феномен «(скрытого) фотонного фейерверка»}}.

Система защиты от патогенов у растений, ассоциированная с эмиссией биофотов

Растениям необходима постоянно развивающаяся система защиты, − прежде всего, от таких нередко взаимодействующих с ними патогенов, как бактерии, грибки, нематоды и насекомые. Вероятно, это происходило в процессе их эволюции в мире природы. Вторжение патогенных микроорганизмов или непатогенного аскомицета *Fusarium oxysporum* (*F.oxysporum, NPF*) активирует каскадную систему защиты, которая, в клетках растений, производит много возбужденных (и способных испускать фотоны) молекул в процессе т.н. окислительного взрыва и биохимических / сигнальных ферментных реакций. Ранее центральный компонент системы защиты, «оксидативный / кислородный взрыв» («oxidative burst», OXB=OKB), был обнаружен в клубнях картофеля (сладкого батата), взаимодействующих с конидиями (неподвижными спорами бесполо

размножающихся грибов) широко распространенного непатогенного аскомицета *Fusarium oxysporum*. Таким образом, ОКВ-взрыв: (а) ведет к физиологическим изменениям, с которыми быстро / преходяще связано огромное количество АФК; (б) является ранней функцией системы защиты растений. Ключевой составляющей ОКВ является перекись водорода (H_2O_2), генерируемая на мембранах клеток из надперекисей (основа которых, – анион кислорода, O_2^-) в цепи механизмов с участием конститутивно экспрессируемой супероксиддисмутазы (СОД = SOD). Защитный ответ растений может быть связан с каскадом АФК-ассоциированных цепных реакцией, оптимизируемых их синхронными колебаниями. Небольшие количества АФК (*зд*. H_2O_2) могут выполнять роль сигнальных индукторов механизма детоксикации с участием SOD и других фермент-опосредованных реакций, защищающих клетки от ОКВ-взрыва. Каскадно-сигнальная система защиты растений, индуцируемая некоторыми активаторами, может компенсироваться уменьшением воспроизводства дисмутирующего до разной степени окисляемого супероксида (в том числе, до перекиси водорода) из молекулярного кислорода. Это может происходить с участием НАД(Ф)-Н редуктазы, активируемой некоторыми микроорганизмами или спонтанно. Подобно клеткам млекопитающих, растения гиперчувствительны к АФК / H_2O_2-индуцируемому апоптозу. В инфицированных тканях липоксигеназа может действовать как сигнальный агент индукции защитного обмена веществ в соседних живых клетках, а токсичная перекись водорода, – как прямо повреждающий бактерии / грибы агент. Также, при инициации цепной реакции образования поверхностной древесины (одревеснивания), H_2O_2 используется (вне клетки) в качестве окислителя конифирилового спирта (субстрата пероксидазы) [75].

При ответе на внешние изменения (анаэробные условия, гормональные воздействия, солевой стресс, температурные изменения, гербициды, патогены) растения генерируют достаточно высокий уровень ВРЕ, сильно зависимый от специфичности физиологического статуса живых организмов (включая ферментативные реакции, различные виды АФК и относительные вклады конкретных эмиттеров). Общий механизм ВРЕ, однако, ясен не полностью. Необходимым элементом работы, описывающим динамический характер физиологического состояния растений (и при отсутствии сильно флуоресцирующих компонент, например хлорофилла), является режим непрерывного широкоспектрального наблюдения за процессом физиологических переходов в живых системах. Удобной для изучения непрерывного спектрального анализа моделью,

выявившей сильный защитный ответ, является регистрация интенсивности BPE батата, корни которого не содержат хлоропластов (в.н. флуоресцирующих компонент) [75].

{{*Коммент. авт*. (выводы): в целом, BPE, очевидно, способна отображать и участвовать как в процессах энергетической концентрации / рассеяния (переноса энергии фотонами, электронами / протонами; а также фононами, экситонами, другими квазичастицами), так и в регуляторно-значимых / метаболизм-перестроечных биопроцессах. По крайней мере, во втором случае, каждый раз могут быть задействованы как «фотонный фейерверк» (включая «скрытый»; с участием когерентных / некогерентных фотонов), так и «олигонуклеотидный фейерверк» (с участием стандартных / нестандартных нуклеотидов и стандартных / нестандартных олигонуклеотидных последовательностей); (пояснение: стандартные, в отличие от нестандартных олиго-НЭ, имеют своих двойников в ДНК-содержащих органеллах клетки)}}.

Наиболее вероятными источниками BPE защитных систем, запускающих сигнальную трансдукцию, являются АФК, индуцируемые патогенной инфекцией, активаторами лечения, – или органические радикалы, продуцируемые ферментами. Такой сигнал ведет к продукции лигнина (древесинной части растительных клеток), фитоалексина (регулятора развития растительных сообществ) или патогенез-связанной экспрессии генов растений. Затем быстро повышаются активности липоксигеназы (LOX, lipoxygenase), пероксидазы (POD, peroxidase), а также НАД(Ф)-Н-оксидазы, связанные с генерацией АФК или перекисным окислением липидов (ПОЛ). В метаболизме азота участвуют NO, NO-синтаза и нитрат-редуктаза (NR), которые продуцируют свободный NÓ-радикал и участвуют в BPE-ассоциированном защитном ответе.

В порядке эксперимента использовалась стратегия биологической защиты батата (*Ipomoea batatas*) и корней редьки посевной (*Raphanus Sativus*). Интенсивность BPE растительных тканей после введения субстрата «хитозан» (*in vitro*; см. далее), судя по продукции фитоалексина, была очень сильной, определялась активностью LOX (в большей мере) и POD, т.е. была тесно связана с защитной системой растений (и, в меньшей степени, с другими н.н. ферментами). {Хитозан, – линейный аминосахар; вместе с целлюлозой и крахмалом, является наиболее часто встречающимся полисахаридом; состоит из случайно-связанных β-(1-4)-D-глюкозаминовых звеньев и N-ацетил-D-глюкозамина} [75].

В качестве сенсибилизаторов перекиси водорода и АФК применялись 4-(5,6-диметокси-бензотиазолил)-фталгидразид (DBPH; Doujin Chemicals, Kumamoto, Japan; 10

мМ, pH 7), 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-D; Wako Pure Chemical Industry, Osaka, Japan) и другие реагенты. Хранение и контроль температуры образцов дисков батата / корней-редьки (в пределах ± 0,1°C) осуществлялись, соответственно, при: а) специфических условиях инкубирования (в течение недели, при высоких влажности / температуре, повышенном уровне дыхания и развитии пробковых слоев на раневых поверхностях; др.); б) и термоэлектрических условиях (TR-52; Т-Д & Co., Matsumoto, Japan), с использованием термопары с тонкими зондами, вставленными непосредственно в образцы (технические детали см. в [75]).

Эмиссию фотонов наблюдали в 4-х областях спектра: 430-480 нм, 480-530 нм, 530-580 нм и 580-630 нм. Всего исследовалось восемь ферментов, которые, известно, представляли защитную систему в.н. растений. Каждый фермент и соответствующие субстраты растворяли в 10 мМ фосфатном (pH 5.2-7.5) или Трис-HCl буферах (pH 6,0). Рассмотренными ферментами были следующие: фенилаланинлиаза (катализировала расщепление L-фенилаланина в аммиак и транскоричную кислоту); пероксидаза (POD-субстрат, конифериловый спирт); липоксигеназа (LOX-субстрат, – линолевая кислота); хитиназа (субстрат, – этиленгликоль хитина); глюканаза (субстрат, – этиленгликоль хитозана); НАДФН-оксидаза (NOX); синтаза окиси азота (NOS-субстрат, – L-аргинин); и нитратредуктаза (NR-субстрат, – нитрит натрия). Забегая вперед, можно констатировать, что среди всех проанализированных ферментов (in vitro) наиболее значимыми оказались изменения BPE, обнаруженные в реакции с POD (пик через ~1 мин) и LOX (пик через ~30 мин).

Для оценки BPE применялись растворы следующих ферментов: фосфолипазы (PLA; 10 мг/мл); липоксигеназы (LOX; 10 мг/мл); LOX (10 мг/мл) + PLA (10 мг/мл); пероксидазы (POD; 0,05 мг/мл). Для определения биофотонной эмиссии (BPE) аликвоты каждого раствора фермента (0,3 мл) равномерно наносили на верхнюю поверхность диска каждого образца (батата, корней редьки). Растворы субстратов (2 мМ линолевой кислоты, 0,2 мм конифирилового спирта или 0,2% хитозана) наносили на верхнюю поверхность дисков образцов в 10 мМ трис-HCl буфере (pH 6,0), для реакций, соответственно, с LOX, POD или глюканазой. С поверхности дисков каждого образца BPE измерялась непрерывно и при 23°C. BPE модифицировалась (подавлялась) в течении 5-7 часов действием ингибиторов LOX / POD-ферментов (соответственно, 1 мМ кофейной кислотой; и 50 мМ метаванадатом натрия). Активность ферментов во фракциях супернатантов

центрифугированных образцов измерялась спектрофотометрически в момент своего пика (через 14 - 18 часов после обработки хитозаном) [75].

Интенсивность BPE в срезах корня редьки, инокулированных NPF (непатогенным аскомицетом *F.oxysporum*), возрастала двумя пиками, контролируемыми различными механизмами: 1) через несколько минут, в основном за счет перекиси водорода и в.н. DBPH, резко усиливающего хемилюминесценцию и каталитическое появление перекиси водорода и АФК; 2) и через 3 часа, после активации защитной системы растения инокуляцией NPF. Последний пик, скорее всего, связан с реакцией дыхательной цепи, которая генерирует энергию для каскад-защитной системы, продуцирующей соответствующие вещества / субстанции, – включая фитоалексины и патогенез-связанные белки. Растения потребляют большое количество энергии для поддержания защитной дыхательной системы (что сопровождается сильными физиологическими изменениями), и, поэтому, интенсивность обоих пиков, в значительной степени, подавлялась при замене воздуха на углекислый газ (при герметизации чашек Петри). «Обработка старением», когда срезы оставлялись в состоянии высокой влажности на ночь, такой ответ ускоряла.

Диски батата, обработанные водой, заметного увеличения интенсивности BPE не обнаружили, но было выявлено кратковременное ее повышение в трех областях спектра (480-530 нм, 530-580 нм и 580-630 нм) при инокуляции дисков NPF. В течение 3-х часов в двух областях из четырех (530-580 и 580-630 нм, но не 480-530 и 430-480 нм) наблюдались небольшие осциллирующие и устойчиво синхронные колебания BPE инвертиртированного характера. После инокуляции NPF (и за период от 2-х и до 10 часов) общая интенсивность BPE резко увеличивалась, а соотношение локальных ее значений для разных областей спектра нарушалось: BPE усилилась в области 430-480 нм, но резко падала в области 580-630-нм; незначительное ее увеличение наблюдалось в областях спектра в 530-580 и 480-530 нм. Затем, на протяжении 12 часов (до конца измерений), спектр сохранял достаточную стабильность BPE, а максимальное значение пика интенсивности достигалось через 20 часов. Разумно предположить, что в ответ на NPF-инфекцию защитные вещества вопроизводятся через 10-12 часов после инокуляции, а спектральный переход отражает физиологические изменения, завершаемые в это время. Для подтверждения этого предположения требуется анализ биохимического пути синтеза защитных веществ. Это исследование является также неинвазивным (real-time)-методом, и может быть использовано в качестве нового параметра для выявления физиологического

состояния организма, связанного с сигнальной защитной реакцией растений, патогенными атаками АФК и веществами, активирующими BPE [75].

При использовании в качестве сенсибилизатора BPE в.н. гормоноподобного гербицида 2,4-D общая BPE достигала кратковременного пика к ~32 часам; {2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, – синтетический ауксин; вызывает разрастание тканей, деформацию клеток флоэмы / ксилемы (стеблевые зоны закладки корней), задержку движения продуктов фотосинтеза и гибель растений}. Причем сразу после применения 2,4-D наблюдались рост в 2-х областях спектра (480-530 нм и 530-580 нм) и падение BPE в диапазоне длин волн 580-630 нм. После 16 часов действия гербицида различные характеристики общей BPE стабилизировались в кажой из четырех в.н. областей спектра (430-480, 480-530, 530-580 и 580-630 нм). Небольшие разбросы колебаний BPE наблюдались для областей 580-630 и 530-580 нм. Однако, синхронность колебаний здесь восстанавливалась после 20 часов действия этого (2,4-D) сенсибилизатора BPE [75].

Также значительную роль может играть температурный фактор. В данном эксперименте, и за счет изменений в окружающей среде, температура образца увеличивалась от 20 до 33°C за 2 часа, сохранялась на этом уровне в течении ~8 часов, а затем снижалась до исходных 20°C за 4 часа. При этом общая интенсивность BPE батата увеличивалась паралельно с увеличением температуры образца (окружающей среды) до своих максимальных значений, ее спектр менялся (доля интенсивности BPE в одной области, 580-630 нм, росла, в то время как в другой, 530-580 нм, падала), а затем, в течение в.н. 8 часов, общая интенсивность BPE падала. При постоянных температуре образца (*зд*. в 33°C) и падении общей интенсивности BPE спектральное распределение оставалось неизменным. Таким образом, процесс охлаждения приводил к изменению спектра и падению суммарной BPE, резкому снижению ее доли в одной области (580-630 нм) и такому же резкому ее увеличению в другой области (530-580 нм); синхронность осцилляций в этих областях резко нарушалась, а интервалы между ними сокращались. Тем не менее, и независимо от изменений температуры окружающей среды, эти две области постоянно сохраняли инвертность [75].

При исследовании BPE, ассоциированной с ферментативной активностью в образцах батата (in vivo), показано, что, например, в случае обработки их липоксигеназой (LOX), эта эмиссия остается устойчиво стабильной, а при добавлении фосфолипазы-А (PLA) она еще и значительно возрастает. В то же время, обработка пероксидазой (POD) не приводила к заметным изменениям BPE. Сходные результаты были получены (*зд*.) и в

отношении субстратов (а) и ингибиторов (б) этих ферментов: а) применение линолевой кислоты (LOX-субстрата) увеличивало интенсивность BPE в обработанных хитозаном (усилитель эмиссии) образцах, в то время как конифериловый спирт (POD-субстрат) на этот процесс практически не влиял; б) кофейная кислота и метаванадат натрия ингибировали ферменты, соответственно, LOX (в ~2.7 раза) и POD (в ~1.47 раза), и практически подавляли BPE [75].

Необработанные непатогенным аскомицетом (NPF) образцы батата эмитировали фотоны с синхронными колебаниями в ~3 часа, особенно в областях 580-630 / 530-580 нм, движение в которых было явно противофазным. Однако, при инокуляции образцов NPF в этих двух областях сильно нарушалась не только синхронность осцилляций, но и противофазность / (инвертность) BPE. Аналогичное наблюдалось и для 2,4-D-обработанных образцов, хотя синхронность колебаний и в.н. инвертность в этих областях спектра сохранялась в течении 24 часов наблюдений. С другой стороны, хотя изменение температуры образцов нарушало интенсивность и приводило к синхронным колебаниям, инвертность кривых BPE в в.н. областях также сохранялась. Система естественной защиты растения (*зд*. батата) связана со способностью спонтанного восстановления лигнин-содержащих слоев своей поверхности в процессе в.н. ферментативных цепных реакций. Метаболическая затратность создания сложнополимерного лигнина (смеси ароматических полимеров родственного строения, скрепляющих целлюлозные волокна) в клеточных стенках и межклеточном пространстве сосудистых растений (и некоторых водорослей) является очень высокой. Биосинтез лигнина должен быть сбалансированным по фактору доступности ресурсов, восстановливающих поверхность растения.

Изучение фермент-основанных реакций (in-vitro / in-vivo) каскад-защитной системы растений показало, что липоксигеназа (LOX) и пероксидаза (POD), быстро увеличивающие ответ на определенные стимулы (*зд*. в образцах батата), вызывают рост BPE двояко. LOX прямо участвует в эндогенной ПОЛ-реакции (а), быстро наращивает свою активность при обработке в.н. образцов активаторами (индуцирующими АФК) или патогенными инфекциями (б) и функционирует на ранней стадии системы защиты растений (в). POD же, далее, вызывает лигнин-ассоциированную генерацию АФК и полимеризацию фенилпропаноидных радикалов в самих клеточных стенках. Вместе с фосфолипазой-А (PLA) липоксигеназа (LOX) индуцирует более высокий уровень интенсивности BPE, чем в случае одной LOX, т.к. PLA поставляет субстраты LOX (линолевую / линоленовую кислоты), способные обогатить фракции мембранных липидов

для ПОЛ-ассоциированной активности LOX. Эта активность усиливается в присутствии полисахарида (*зд*. хитозана), но, однако, подавляется ингибитором LOX (кофейной кислотой; сильно) или ингибитором POD (метаванадатом натрия; более слабо). Для ответа на вопрос «как в.н. участники реакций (ферменты, их субстраты / усилители / ингибиторы) связаны с характеристиками, приобретением / потерей функций и самой BPE», вероятно, потребуется детализация (физикалистское квантование) процесса BPE в биологических объектах (включая трансгенные растения) [75].

Защитная система растений, реагируя на инвазивные микроорганизмы, обнаруживает 2 временны**х** пика BPE. В первом пике (через несколько минут после инокуляции NPF) интенсивность BPE значительно усиливается за счет H_2O_2 и АФК клеточных мембран. Второй пик (через 2-10 часов) инокуляцией NPF не усиливался, – что, по-видимому, связано с действием различных механизмов, контролирующих BPE и состояние в.н. резкого физиологического перехода внутри клетки. Хотя через 10-36 часов после инокуляции NPF спектр оставался стабильным, а максимума интенсивности BPE достигала через ~20 часов.

По-видимому, главная причина феномена «биофотонная эмиссия у растений» состоит, в конце концов, в изменении физиологического состояния клеток, ассоциированном с синтезом веществ системы защиты (АФК, радикалов), воспроизводимых с участием, главным образом, липоксигеназы (LOX) и, в меньшей степени, пероксидазы (POD) (*зд*.). Субстраты LOX усиливали BPE (в обработанном хитозаном батате), – а ингибитор в значительной степени ее подавлял. Таким образом, именно LOX-ассоциированный путь (включая также POD, PLA, SOD и другие ферменты) наиболее сильно влиял на феномен BPE при активации защитной системы у растений [75].

{{*Коммент. авт*. (выводы): Таким образом, ПОЛ, включая его продукты (H_2O_2, радикалы АФК, другие), и при «правильной» экспрессии соответствующих ферментов (прежде всего LOX, а также POD, SOD, PLA, NOX, NOS, NR, др.), вместе с ПОЛ-ассоциированной BPE {временны**ми** колебаниями интенсивности и направленности эмиссии, по крайне мере, в 4-х областях спектра (430-480, 480-530, 530-580 и 580-630 нм); в частности, в результате действия патогенов, применения активаторов-сенсибилизаторов / ингибиторов ПОЛ и BPE, – и с учетом температурного фактора} могут быть причиной не только повреждающего их действия (*зд*. у растений), но и облигатно направленным элементом их сигналинга, – т.е. источником инициации и поддержания функционирования любых актуально необходимых биохимических путей}}.

Приложения-глоссарии

Приложения-глоссарии 1 и 2 основаны, по большей части, на материале работы «Окислительно-восстановительные процессы в клетках» (авторы Г.Г. Мартинович, С.Н. Черенкевич [47]). В этой работе акцент сделан на атомах и молекулах {роль элементарных частиц (*зд*. фотонов) осталась не акцентированной, т.е., практически, «за кадром»}.

Приложение-глоссарий 1. Некоторые свойства АФК (ROS)

К **АФК** (ROS) относятся целый ряд промежуточных продуктов метаболизма кислорода / азота (свободные радикалы, бирадикалы, ионы, кислоты) с разной степенью реакционности, в различных типах клеток (эндотелиальных, нервных; иммунокомпетентных, где генерация АФК в фагосомах необходима для уничтожения различных типов микроорганизмов), образующихся, в том числе, и при физиологических условиях. Среди этих продуктов: синглетный кислород ($^1O_2$); супероксидный анион-радикал ($O_2^{\cdot-}$); гидроксильный ($OH^{\cdot}$), гидропероксильный ($HO_2^{\cdot}$), пероксильный ($RO_2^{\cdot}$) и алкоксильный ($RO^{\cdot}$) радикалы; диоксид азота ($NO_2^{\cdot}$); гипохлорит-анион (ClO^-); озон (O_3); пероксид водорода, H_2O_2 (мишени, − тиолы белков, центральные участники многих биохимических реакций); монооксид углерода (CO). А также: монооксид азота ($NO^{\cdot}$; в отличие от токсичного нитроксила, NO^-, оказывает протекторное действие в сердечно-сосудистой системе и окисляется с образованием диоксида азота, нитрита и нитрата) и пероксинитрит-ион ($ONOO^-$). При этом по одно- / двух-электронному путям окисления (которые может ингибировать диоксид углерода, CO), и с участием свободных ионов металлов и медь / цинк-содержащих супероксиддисмутаз, активируется нитрирование тирозина с образованием в белках тринитротирозина. Кроме того, с участием пероксинитрита образуются тиоловые радикалы или производные сульфениковой кислоты RSOH; др. Порядки величин времени жизни и радиуса действия перечисленных АФК колеблются в очень широких пределах: например, для $OH^{\cdot}$-радикала, они составляют, соответственно, 10^{-9} сек и 3 нм, а для H_2O_2, − 100 сек и несколько клеточных диаметров; время жизни молекулярного кислодрода, − более 100 сек, а пероксинитрит-иона, и при pH физиологических / 14.0, − соответственно, 1 сек и ~116 дней [47].

И $NO^{\cdot}$ и $ONOO^-$ образуются с участием NOS-синтаз. Конститутивные cNOS активируются при высоком содержании ионов кальция и калмодулина (Ca^{2+} / CaM) и производят физиологические концентрации $NO^{\cdot}$. А индуцируемые цитокинами и

некоторыми лигандами iNOS производят NÓ на 2-3 порядка больше. Каталитически активная NO-синтаза, – гомодимер, состоящий из гемопротеинов (110-160 кДа). Все формы NO-синтаз высокогомологичны по аминокислотной последовательности и нуждаются в одних и тех же кофакторах / простетических группах {НАДФН, ФАД, ФМН, H4B, железо-протопорфирине IX (гемовая группа имеется и у мембран-ассоциированной цитохром-с-оксидазы)} и достаточном содержании Ca^{2+} / CaM. Каждый мономер NO-синтазы содержит домен оксигеназы (ближе к аминогруппе; здесь генерируются NÓ) и домен редуктазы (вблизи карбоксильной группы; имеет ФМН / ФАД простетические группы; связывает НАДФН как субстрат). Электроны переходят от НАДФН, через ФМН и ФАД, к домену оксигеназы. От ФМН происходит перенос электронов к гему (т.е. между доменами оксигеназ / редуктаз разных субъединиц). Митохондриальная NO-синтаза (mtNOS) локализована в матриксе митохондрий. Одновременное образование супероксид-анион-радикала ($Ó_2^-$) и нитроксила (NO^-) приводит к формированию цитотоксичного иона пероксинитрита ($ONOO^-$). В зависимости от концентрации ряда кофакторов, NO-синтаза потенциально способна к образованию всех в.н. АФК ($Ó_2^-$; NO^-; и $ONOO^-$). Источниками АФК в организме могут быть процессы аутоокисления таких биомолекул, как аскорбиновая кислота, биогенные амины, восстановленный глутатион, фенольные соединения, катехоламины, флавины, тетрагидроптерины, др. Основными экзогенными факторами индукции образования АФК в организме являются ионизирующая радиация, УФ-излучение, табачный дым, компоненты смога, нитрозоамины, пищевые консерванты, пестициды и другие химические вещества. Повышение концентрации АФК в клетках вызывается множеством внеклеточных сигналов, среди которых важное место занимают факторы роста и цитокины. Полное рассмотрение механизмов образования АФК эндогенными / экзогенными факторами весьма затруднительно. Образование АФК в организме осуществляется в результате протекания многочисленных ферментативных и не ферментативных процессов [47].

Антиокислительная система (АОС)

Антиокислительная система (АОС) в организме человека является многоуровневой и значительная роль в ней принадлежит ферментам. Это, прежде всего: супероксиддисмутаза, контролирующая превращение супероксид-анион-радикал →

пероксид-водорода; пероксидаза, каталаза; различные редуктазы (глутатион- / метионинсульфоксид- / диаскорбат-редуктазы).

Также АОС включает такие органические соединения и метаболиты клетки, как: липоевая, мочевая и аскорбиновая кислоты (последняя является донором электронов и кофактором восьми ферментов в процессах: гидроксилирования коллагена; биосинтеза карнитина и норадреналина; метаболизма тирозина; аминирования гормонов) [47]; токоферолы (α, β, γ, δ; а также токотриенолы) {которые, как и ионол, способны выполнять функции «ловушек свободных радикалов» [200]}; каротиноиды (около 500 соединений); флавоноиды; полифенолы (~4-5 тысяч соединений); ураты; таурин (АК); дипептид карнозина (содержит гистидин; нейтрализует большинство АФК); жирорастворимый билирубин; мелатонин; др.

Эти компоненты функционируют в мембранах, внутри и вне клетки. Восстановители делят на полярные и неполярные. Элементы АОС в клетке действуют комплексно, часто усиливают / модифицируют эффекты друг друга (подобные представления расширяются). Ведущую роль в функционировании АОС играют низкомолекулярные и высокомолекулярные тиоловые соединения.

Трипептид глутатион (Глу-Цис-Гли), – один из основных участников внутриклеточных редокс-процессов (концентрация которого, в клетке, достигает милимолярных значений). Он участвует в процессе АОК-защиты, метаболизма ксенобиотиков / эйкозаноидов, регуляции клеточного цикла и генной экспрессии. Снижение уровня восстановленной формы глутатиона в сыворотке крови и восстановленных тиолов (т.е. снижение уровня восстановленных SH-групп), наблюдаемые в ответ на введение АКТГ (в опыте Г.Селье, 1936 год; впоследствии, − это т.н. стресс-тест, связанный также со множеством других стресс-факторов: холод, токсические вещества, аллергены, лазерное излучение, магнитное поле, др.), ассоциированы с выраженностью и клинической тяжестью многих заболеваний. Последние включают: ИБС, инфаркт миокарда, бронхиальную астму, хронический гастродуоденит и язвенную болезнь двенадцатиперстной кишки, поздние токсикозы беременных, ангину, дифтерию, инфекционный мононуклеоз, брюшной тиф, вирусный гепатит, черепно-мозговую травму, рак, и др. При этом концентрация глутатиона в тканях и биологических жидкостях оказывается пониженной [47].

При онкологических заболеваниях концентрация глутатиона в опухолевых тканях часто повышается (в клетках карциномы печени, например, глутатиона в 2 раза больше,

чем в нормальных гепатоцитах). Параллельно концентрация восстановителя увеличивается и во внеклеточной среде. В последней наблюдается снижение величины pH. Внутри клеток этот показатель меняется незначительно и используется для расчетов параметров редокс-состояния трансформированных клеток. У онкологических больных часто концентрация глутатиона в эритроцитах превышает норму в 2 раза, а окислителя, пероксида водорода крови, в 2,5 раза. Повышенная внутриклеточная концентрация окислителей, известно, необходима для перехода клетки из G1-фазы в S-фазу, – т.е. является сигналом вступления клетки в новый митотический цикл. Само по себе изменение концентрации окислителей в среде (клетке, ее компартментах) может инициировать переходы клеток от пролиферации к дифференцировке, и от дифференцировки к апоптозу (в норме). Аналогичная связь существует и между фазами жизненного цикла клетки и ее редокс-состоянием.

Однако, редокс-состояния нормальных и опухолевых тканей значительно различны. С одной стороны, активация окислительных процессов (выход свободных радикалов) способствует старению и «патологизации» организма, а противостоят им антиоксиданты или восстановители. С другой стороны, если рост концентрации окислителей инициирует в.н. переход клеток от пролиферации к дифференцировке, то увеличение концентрации восстановителей в клетке может индуцировать обратный процесс (переход от дифференцировки к пролиферации). Есть основания предполагать, что чрезмерное накопление восстановителей в тканях может быть ответственно, по крайней мере частично, за возникновение и развитие рака. Опухолевые клетки, известно, повышенно устойчивы к индукторам апоптоза, регуляция которого (*зд*. в лейкозных и клетках нейробластомы) зависит от их редокс-состояния. Часто отмечается, что резистентность опухолевых клеток к противораковым препаратам / терапии может быть связана с наблюдаемой высокой (по сравнению с клетками нормальных тканей) внутриклеточной концентрацией глутатиона. Кроме того, здесь повышалась, – а при снижении GSH понижалась, – активность теломеразы (в фибробластах; особенно это касалось стадий митоза и G2-фазы клеточного цикла). Снижение концентрации глутатиона на фоне повышенной генерации АФК (ROS) может являться условием активации апоптоза различных опухолевых клеток. В опухолевых тканях (по сравнению с нормальными) наблюдаются снижение величины эффективного восстановительного потенциала и повышение редокс-буферной емкости. В итоге, функциональный ответ на внеклеточные сигналы в трансформированных клетках отличается от такового для

нормальных клеток. Суммируя данные изменения величин повышения концентрации пероксида водорода (от 0,5 мМ и выше) и эффективного восстановительного потенциала в нетрансформированных фибробластах и клетках фибросаркомы, заметим, что редокс-сигнал, индуцирующий в нормальных тканях апоптоз, в трансформированных тканях может только усиливать пролиферацию клеток [47].

В целом, «антиокислительная способность» тканевых гомогенатов и биологических жидкостей определяется многими, не всегда равнозначными методами и параметрами. Среди последних: общий антиоксидантный параметр захвата радикалов, общая антиоксидантная активность, способность поглощать радикалы кислорода, эквивалентная антиоксидантная емкость, способность плазмы восстанавливать железо, общая способность утилизировать оксиданты, и др. Антиокислительная способность крови обусловлена, в основном, вкладом белков (10-48%), мочевой кислоты (7-60%), аскорбиновой кислоты (3-15%) и витамином Е. В клетках совокупность восстановителей, − своего рода восстановительный буфер, нейтрализующий окислители, с более высокой концентрацией доноров, чем во внеклеточной среде. «Редокс-буферная емкость» клетки зависит от типа и концентрации восстановителей и не является простой суммой их концентраций. Некоторые типы клеток более эффективно противостоят окислению, ассоциированному с пероксидом (например, нейроны), другие – с гидроксил-радикалом (например, астроциты). Изменения параметров редокс-состояния наблюдаются в течение жизненного цикла клеток (при пролиферации, дифференцировке, апоптозе), при ряде патологий (включая рак), в процессе старения организма [47].

Главные ферменты окислительно-восстановительных реакций

Миелоперксидаза

Миелоперксидаза (МПО) играет ключевую роль в защитном и воспалительном отклике организма. Она является главным белком в пероксисомах нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и субпопуляциях тканевых макрофагов. В нейтрофилах МПО составляет 5% общего веса всех белков, и, как и NO-синтаза, локализована в пероксисомах. Последние, в отличие от лизосом, образуются не из аппарата Гольджи, а из эндоплазматического ретикулума, ЭПР (путем самокопирования или отпочковывания) и содержат в основном не гидролазы, а оксидазы, превращающие кислород и протоны, образующиеся в

клеточных реакциях, в перекись водорода (H_2O_2) [49]. На ~69% МПО гомологична остальным членам данного суперсемейства и состоит из 2 одинаковых димеров (с легкой / тяжелой субъединицами), связанных дисульфидными мостиками. В тяжелой субъединице находится активный участник окислительных реакций, – гем, протопорфирин IX, с ионом железа в центре, пребывающий в ферри- и ферроформах. МПО, как и классическая пероксидаза, участвует в окислении множества субстратов (пероксидом водорода, монооксидом азота и супероксидом, тирозином, нитритом, сульфгидрильными реагентами и некоторыми другими органическими веществами) с образованием свободнорадикальных (включая новые АФК) интермедиатов. МПО способна окислять различные биологические молекулы с высокой скоростью [47].

Ксантиноксидоредуктаза

Ксантиноксидоредуктаза (КОР=XOR) существует в двух взаимопревращающихся формах: ксантиндегидрогеназы (D-форма; преобладает в печени) и ксантиноксидазы (O-форма). Первая восстанавливает $НАД^+$ и составляет в норме до 80-90%. Вторая восстанавливает кислород. Промежуточная DO-форма фермента использует и $НАД^+$ и O_2. Тип функционирования ксантиноксидазы (КО) определяется концентрацией дисульфидных мостиков в белке (при окислении преобладающей становится O-форма, – и наоборот). Этот фермент, – молибденофлавопротеин, обнаруживаемый, в основном, в печени и кишечнике большинства организмов. Гомодимерный фермент содержит 4 редокс-центра: две простетические группы с молибденом и ФАД; и два неидентичных железосерных редокс-центра. Ксантиндегидрогеназа (КДГ) в клетке превращает ксантин в гипоксантин, и, далее, в мочевую кислоту (в норме), которая является одним из антиоксидантов (*зд*. водорастворимый восстановитель), концентрация которого в клетках (~300 мкМ) на несколько порядков ниже, чем во внеклеточной среде. Подобные различия характерны и для других восстановителей в тканях / биологических-жидкостях. КДГ является одним из ферментов АОС-ферментов. Ксантиноксидаза (КО), при реакции с ксантином и кислородом, производит супероксидный анион-радикал ($Ó_2^-$), выполняя тем самым прооксидантную функцию. Ксантиноксидоредуктаза (КОР) также может катализировать восстановление нитритов и нитратов с образованием NO. Способность фермента образовывать окись азота и супероксид позволяет образоваться пероксинитрит-иону со скоростями, различными для его D- и O-форм. Ксантиноксидаза вносит

существенный вклад в генерацию АФК (ROS), скорость генерации которых зависит от физиологических условий и изменяется в процессе функционирования клеток [47].

Супероксиддисмутаза

Супероксиддисмутаза (СОД=SOD) относится к антиокислительным ферментам (преимущественно внутриклеточным; хотя небольшие количества фермента присутствуют в плазме крови и цереброспинальной жидкости) и участвует в детоксикации супероксидных анион-радикалов $\acute{O}_2^-$ (практически в любой биологической системе) и, тем самым, подавлении образования Fe^{+2}-ионов. Это один из многих ферментов, катализирующих образование пероксида водорода (среди которых: моно- / диаминооксидаза, альдегидоксидаза, уратоксидаза, L-гулонолактоноксидаза, D-галактозоксидаза, циклооксигеназа, липоксигеназа, НАДФН-цитохром-Р450-редуктаза и др.). Скорость данной ферментативной реакции на ~5 порядков больше таковой при спонтанной дисмутации $\acute{O}_2^-$ при физиологических условиях. Одна субъединица SOD содержит один атом меди (подвержен окислению / восстановлению; ответственен за катализацию процесса) и один атом цинка (ответственен за стабильность). Cu / Zn-SOD – димер всех эукариот с ММ в 32 кДа. Другой вариант фермента, Mn-SOD, обнаружен как у прокариот, так и у эукариот, и присутствует в цитозольной фракции печени и матриксе митохондрий. Железосодержащая форма SOD имеется у прокариот и растительных клеток [47, 200].

Белки образования / ликвидации ковалентных связей

Протеинкиназы

Протеинкиназы фосфорилируют белки, это один из основных способов ковалентной модификации и изменения их активности, – в том числе при действии редокс-молекул. Окислители стимулируют, в частности, активность протеинкиназ семейства MAPK (ERK, JNK, киназа p38, BMK1). АФК (ROS) активируют серин / треониновые протеинкиназы MAPK-каскада через активацию малого G-белка Ras. Последний связывает рецепторные тирозинкиназы и протеинкиназы MAPK-каскада (при этом монооксид азота, NÓ, связывается с Cys-118 на поверхности Ras). Активированный

Ras, в свою очередь (и через инозитол-трифосфат, PI_3, активацию киназ), стимулирует активность малой ГТФ-азы Rac2, регулирующей сборку НАДФН-оксидазы.

Изменение редокс-состояния клетки модулирует активность протеинкиназ (PI_3, Akt, PKC) с помощью окислительной-модификации / фосфорилирования фермента и перекисного окисления липидов. Перекись H_2O_2 стимулирует фосфорилирование по тирозину протеинкиназы-С (PKC), активация которой (in vitro) происходит при окислительной модификации (например, окисленными диацилглицеролами) ее: а) регуляторного домена (со стороны аминогруппы); б) каталитического домена (со стороны карбоксильной группы), с последующей инактивацией фермента. Активация PKC низкими дозами окислителей (в отличие от высоких, которые ингибируют) происходит в результате функционирования нескольких редокс-механизмов. S-глутатиолирование PKC (двунаправленно регулирующая ковалентная модификация) ингибирует активность фермента [47].

Фосфатазы

Фосфатазы катализируют дефосфорилирование белков, и при их ингибировании (в силу конкурентности) усиливается процесс фосфорилирования протеинкиназами. В не стимулированной клетке активность фосфатаз выше таковой для протеинкиназ. Внутриклеточная активность фосфатаз / киназ белков, при ответе на внеклеточные стимулы, обратимо / динамически регулируется окислителями. Редокс-механизм и активность тирозинфосфатазы PTP-1B связаны с окислением Cys^{215}. Обработка PTP-1B-тирозинфосфатазы пероксидом водорода (H_2O_2) инактивирует фермент необратимо (окисляется Cys^{215}), а супероксид-анион ($\acute{O}_2^-$), – обратимо (как и в случае серин / треониновых фосфатаз), и до производной сульфениковой кислоты, взаимодействующей с клеточным глутатионом. Обратимое ингибирование фосфатаз в результате образования сульфениковой кислоты является важным механизмом регуляции внутриклеточной трансдукции сигнала (в результате образования сульфенатов инактивируются фосфатазы Cdc25B и Cdc25C, тирозинфосфатазы VHR, LAR и PTP1 и ряд других белков). Это ведет к образованию смешанных дисульфидов. PTP-1B с S-глутатиолированными цистеинами может реактивироваться с помощью глутаредоксина, изменяющего редокс-потенциал глутатиона вне клетки. Таким образом, процесс фосфорилирования в клетках при действии окислителей усиливается как активацией протеинкиназ, так и инактивацией

фосфатаз. Кроме того, окислители стимулируют экспрессию серин / треониновой фосфатазы CL 100. Последняя участвует в дефосфорилировании протеинкиназ семейства MAPK (ERK). Активация экспрессии ERK окислителем, вероятно, связана механизмом обратной связи с индукцией трансдуцирующего сигнала [47].

Фосфолипазы

Фосфолипазы (гидролизуют фосфолипиды) могут быть активированы пероксидом-водорода / ванадатом (касается фосфолипазы C-γ), с образованием их инозит-трифосфатов, т.е. PI_3-производных. Фосфолипазы A2 и D также могут быть активированы окислителями. Механизм активации фосфолипаз не ясен, но в процесс активации, например, фосфолипазы A2, могут быть вовлечены продукты перекисного окисления липидов, протеинкиназа PKC, повышение цитоплазматического кальция и белок Rac. A в активацию фосфолипазы D, − рецепторные тирозинкиназы и повышение внутриклеточной концентрации в.н. кальция [47].

Редокс-потенциал белков

Редокс-потенциал белков, связанный с окислением-восстановлением их сульфгидрильных собственных (1) и прочно связанных (ковалентно / нековалентно) гемовых простетических (2) групп, служит для индикации параметров редокс-состояний соответствующих систем. При усилении процессов окисления, взаимодействия редокс-молекул / сульфенатов, нитрозилированных, S-глутатиолированных остатков аминокислот с тиолами белков, в цитоплазме наблюдают:

а) образование дисульфидных связей (внутри- / межбелковых);

б) дегидрогеназно-(→)-оксидазное обращение, например, в ксантиноксидоредуктазе (КОР).

Образование и расщепление дисульфидных связей регулируется рядом тиолзависимых ферментов (включая тиоредоксин, глутаредоксин, дисульфидизомеразу, др.). Образование дисульфидных связей представляет собой способ функционирования специфического внутрибелкового «переключателя» активности фермента. И это может способствовать, в частности, активации факторов транскрипции (например, OxyR). Окисление тиолов с образованием дисульфидов и их восстановление регулирует переходы между активным и

неактивным состояниями длинного ряда ферментов (рибонуклеотидредуктазы, метионин-сульфоксидредуктазы, RB60, Yap1 дрожжей, рецептора пероксидазы Orp1, др.).

Случай (1) касается, в частности, механизма регуляции ионотропных рианодин-связывающих рецепторов Ca^{2+}-каналов глутатионом (конкурируют GSH / GSSG-формы) и сульфгидрильными группами RSH огромного количества белков ([RSH] >> [GSH]). Рианодин, – растительный алкалоид коры *Ryania speciosa*. Его рецепторы активируются через рецепторы дигидропиридина и потенциалзависимые Ca^{+2}-каналы плазмолеммы. S-глутатиолирование связывающих рианодин Ca^{2+}-каналов увеличивает выход ионов кальция в цитозоль. Такой механизм меняет активность внутриклеточных сигнальных путей (обратимым S-глутатиолированием), – в частности, убиквитин-активируемого (E1) и убиквитин-сопряженного (E2) ферментов протеолиза белков. Смещение величины отношения GSH / GSSG-форм глутатиона (механизмом тиол-дисульфидного обмена) коррелировало с изменением соотношения смешанных дисульфидов белков (показано, в частности, в отношении фактора транскрипции c-Jun). Не содержащие гема белки имеют редокс-потенциал, оцениваемый степенью окисления-восстановления цистеина (например, для тирозинфосатазы семейства VHR он составляет «–» 331 мВ). Редокс-потенциал клетки (в результате действия H_2O_2 или изменения редокс-потенциала глутатиона), показано, может модулировать экспрессию генов в результате редокс-регуляции факторов транскрипции (это касается, например, бактериального фактора транскрипции OxyR).

Случай (2) ассоциирован с белками, содержащими гемовые группы: цитохромом-с (содержит одну гемовую группу, потенциал +260 мВ) и цитохромом b245 (содержит два гема, потенциалы –225 мВ и –265 мВ). В белках функционирующей клетки редокс-потенциал их гемовых групп, при связывании с различными лигандами, в одних случаях может меняться, в других, – оставаться неизменным. Одним из ключевых событий апоптоза является высвобождение цитохрома-с из митохондрий (возможно, фермент активирует семейства каспаз именно в окисленном состоянии) [47].

Механизмы регуляции активности белков редокс-молекулами

включают несколько вариантов. Взаимодействие вторичных мессенджеров (быстро возникающих и распадающихся АФК / ROS) с белками-мишенями вызывает как обратимые, так и необратимые структурные их модификации:

(1) необратимые модификации белков (в механизмах внутриклеточной сигнализации встречаются редко). Касаются, например, фактора транскрипции NF-κB, переходящего в активное состояние в результате: а) деградации ингибирующей субъединицы протеазами после фосфорилирования ее протеинкиназами; б) окислительного повреждения и последующего изменения внутриклеточного редокс-состояния;

(2) обратимые переключения активности белков-ферментов часто ассоциированы с активацией гуанилатциклазы в результате связывания NÓ с гемовой группой белка. Такой же инактивации подвергаются и такие ферменты, как цитохромоксидаза, каталаза (др.). Активность гем-содержащих и белков с железосерными кластерами также изменяется, – соответственно, при связывании с CO и при процессах трансдукции сигнала в качестве редокс-сенсоров. Одноэлектронное окисление $[Fe_2S_2]^{2+}$-содержащего кластера фактора транскрипции SoxR ведет к активации белка и инициации транскрипции soxS-зависимых генов. А в случае $[Fe_4S_4]^{2+}$-кластера белка бактериального регулятора транскрипции FNR, fumarate nitrate reduction (оба *E.coli*), – к инактивации и переключению активности бактерии с анаэробного на аэробный метаболизм [47].

С механизмами переключения активности множества уже экспрессированных белков, и в зависимости от колебаний редокс-состояний клетки, связывают:

а) реакциии нескольких типов: связывания с гемовой группой; окисления-восстановления Fe-S-кластеров; нитрозилирования цистеинов; S-глутатиолирования; окисления тиолатов; образования дисульфидных связей. Кроме того, окисление метионинов белков-мишеней различными редокс-молекулами часто вызывает дестабилизацию α-спирали и регулирует конформационную подвижность полипептидной цепи, специфически связывающейся с рядом молекул-мишеней. Например, окисленные метионины Мет144 / Мет145 (в основном, с участием пероксинитрила $ONOO^-$, но не пероксида H_2O_2) регулируют активность кальмодулина (CaM) и его взаимодействие с более чем с 50 специфическими белками Ca^{2+}-сигнальных / зависимых процессов. В CaM дестабилизируется α-спираль, изменяется конформационная подвижность белка; связывание нативного или окисленного CaM с Ca^{2+}-АТФазой вызывает, соответственно, активацию или стабилизацию / отключение Ca^{2+}-насоса; восстановление метионинов производится метионинсульфоксидредуктазой, облигатно присутствующей во всех организмах;

б) действие таких редокс-молекул, как пероксид водорода H_2O_2, диоксид азота NÓ, кислород O_2, супероксид-анион $Ó_2^-$, пероксинитрит-ион $ONOO^-$, восстановленные глутатион GSH и тиолы белков RSH, окись углерода CO.

В целом, редокс-состояние каждого типа клеток организмов характеризуется определенными значениями эффективного восстановительного потенциала и редокс-буферной емкости. Одни и те же концентрации окислителя или восстановителя здесь могут вызывать различные смещения восстановительного потенциала; аналогично, одни и те же редокс-молекулы могут «включать» и / или «выключать» различные типы белков. Редокс-состояние клеток, − своего рода преобразователь (transduser) передачи сигналов на различные внутриклеточные переключатели. Специальные внутриклеточные сенсоры «мониторят» изменения редокс-состояния и формируют функциональный клеточный ответ с помощью белков-посредников. Одни редокс-сенсорные молекулы, часто обладающие избирательной чувствительностью, регистрирует сигнал и затем передают его на специальный преобразователь (включая факторы транскрипции). Другие, − совмещает в себе функции сенсора и преобразователя (в обоих случаях, – дозозависимо). Преобразователями сигналов могут служить, например, тиолы белков, образующие дисульфиды, нитротиолы, сульфенаты, сульфинаты и сульфонаты. Таким образом, белки подвергаются изменениям на уровне экспрессии (транскрипции / трансляции; количественный фактор), − и, кроме того, взаимодействуя разными своими участками со множеством редокс-молекул (фактор качественной эффективности).

Важным является также нитрозилирование цистеиновых остатков белков (с участием нитрозила-NO или иона нитрозония NO^+), которое активирует / инактивирует ряд ферментов. Например, нитрозилирование тиоловых групп NMDA- или рианодиновых рецепторов ведет к активации белками трансдуцирующего сигнала. В случае каспазы-3 тот же процесс ведет к инактивации фермента. Регуляторный эффект NÓ на активность белков, скорее всего, определяется числом сформированных дисульфидных связей. Одновременно, нитрозилирование по крайне мере четырех ферментов метаболизма глутатиона (γ-глутамилцистеинсинтазы, глутатион-S-трансферазы, глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы) ведет к снижению антиокислительной способности клеток [47].

Одна часть белков-мишеней (протеинкиназа-C, глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназа, креатинкиназа) индуцировала ослабление таких обратимых процессов, как S-нитрозилирование (RSNO) и S-глутатиолирование (RSSG). Другая часть белков (матриксметаллопротеиназа, рианодинсвязывающие рецепторы Ca^{2+}-каналов, H-ras) оба

этих процесса, RSNO / RSSG, усиливала. Глутатион-S-трансфераза индуцировала только RSSG. Также остались белки, для которых известен только один из в.н. (RSNO / RSSG) параметров: в.н. ферменты E1 / E2 усиливали S-глутатиолирование, а NMDA-рецепторы, – S-нитрозилирование; каспазы-3,-8,-9, а также белки JNK и Na^+-каналов ослабляли S-нитрозилирование, а cAMФ-зависимая протеинкиназа и протеинфосфатазы 1B / 2A, ослабляли S-глутатиолирование [47].

{{*Коммент. авт.* (выводы): в целом, выше сказанное означает ту или иную, но облигатно проявляемую степень сопряженности окислительно-восстановителных (ОВ; эффективного восстановительного потенциала и редокс-буферной емкости), ПОЛ-ассоциированных свободнорадикальных (в том числе фермент-зависимых), ВРЕ-сигналинг-зависимых (биохимических, молекулярно-биологических при экспрессии генов / геномов, др.) путей / сетей в отношении (био)-(макро)/(низко)-молекулярных внутриклеточных компонент, – и, тем самым, процессов концентрации / переноса энергии в живых объектах (когерентными / некогерентными фотонами, элементарными и квазиэлементарными частицами), – явно или не явно и двусторонне связанных, соответственно и в свою очередь, с в.н. феноменами «(скрытый) фотонный фейерверк» и «(скрытый) олигонуклеотидный фейерверк» (в том числе, в контесте вПОТ-связанных механизмов), – в совокупности и дозозависимо несущих сенсор-преобразовательную функциональную нагрузку различных режимов и внутриклеточных переключателей}}.

Другие факторы окислительно-восстановительных процессов

Факторы транскрипции

Факторы транскрипции среди которых, в частности, AP-1 и NF-κB (наиболее изучены), а также AP-2, CREB, HIF-1, Oct-2, STAT-3, p53, Nrf-2, c-Myb (и др.), регулируются, в том числе, внутриклеточным редокс-состоянием. Например, NF-κB может активироваться фосфорилированием и отщеплением ингибиторной субъединицы I-κB в цитоплазме, затем транслоцироваться в ядро и связываться с соответствующей κB-регуляторной последовательностью генов-мишеней. Если концентрация окислителей в ядре не повышена, то NF-κB связывается с ДНК. У большинства в.н. генов имеются антиоксидант-отвечающие элементы (ARE; например, в генах НАДФН-хинон-оксидоредуктазном, тиоредоксина, ферритина, гемоксигеназы 1, глутатион-S-

трансферазы) или участки, отвечающие на электрофильные (EpRE) элементы в промоторной области. Действие АФК определяется не только типом клетки-мишени, но и местом действия АФК. Регуляция внутриклеточной активности более 100 генов млекопитающих является редокс-состояние-зависимым [47].

Ионные каналы,

Ионные каналы включающие фосфолипиды мембран и транспортные белки различных числа / типов (как и клеточные функции), также подвержены действию окислителей (дифференцированно; вызывают клеточный-тип-зависимое краткое или длительное повышение концентрации внутриклеточного несвязанного кальция, $[Ca^{2+}]_{цит}$). Регуляция внутриклеточной концентрации несвязанного кальция, – один из способов передачи внеклеточной информации к внутриклеточным эффекторам. Внутриклеточные Ca^{2+}-сигналы с различной амплитудой и длительностью изменений $[Ca^{2+}]_{цит}$ активируют различные факторы транскрипции и, таким образом, модулируют активность клеток {своеобразный механизм кодировки, передачи внеклеточных сигналов (с различными амплитудой и длительностью / скоростью изменений концентрации окислителей с участием ионов Ca^{2+}), − на внутриклеточные эффекторы}. Например, Ca^{2+}-АТФаза плазматической мембраны менее чувствительна к действию АФК (ROS), чем таковая для саркоплазматического ретикулума (СПР). В экспериментах на мышечных тканях с СПР-везикулами, показано, что H_2O_2 (0,1-10 мМ) активирует Ca^{2+}-каналы, ассоциированные с рианодином (и др.). Эти каналы активировались и другим окислителем (хлорноватистой кислотой). Супероксид-радикал индуцировал выход Ca^{2+} из СПР кардиомиоцитов через эти каналы, и активность Ca^{2+}-АТФазы при этом не изменялась. А пероксид водорода H_2O_2 (в условиях окислительного стресса) регулирует изменения электрической активности нейронов и изменяет параметры синаптической передачи. H_2O_2 вместе с NÓ и CO может выступать посредником в процессах внеклеточной сигнализации в мозге. Причем H_2O_2, активируя фосфолипазу А2 и митогенактивируемую протеинкиназу, увеличивает в нейронах высвобождение арахидоновой кислоты, которая, в свою очередь, увеличивает проводимость K^+-каналов (и участвует в метаболизме / синтезе жирных кислот, простагландинов, многих регуляторных, воспалительных и других процессах).

Для ингибирования ионных насосов, и по сравнению с ионными каналами, требуются меньшие концентрации АФК. Одновременно изменяются мембранный

потенциал и параметры процессов генерации потенциалов действия. Считается, что Ca^{2+}-зависимые K^+-каналы плазматической мембраны (широко представлены в тканях мозга) выступают в роли универсальных сенсоров колебаний цитозольного кальция ($[Ca^{2+}]_{цит}$). Системы регуляции $[Ca^{2+}]_{цит}$ являются: а) первичными мишенями окислителей в клетке (они включают фосфатазы, протеинкиназы и другие регуляторные белки); б) индукторами раннего ответа сигнальных систем на изменение концентрации окислителей и повышение внутриклеточной концентрации (Ca^{2+})-иона, депонируемого в митохондриях, секреторных гранулах (кальциосомах) и СПР (выход его облегчен только из последнего компартмента). В эндотелии H_2O_2 вызывает изменения потенциала клеточной мембраны, модифицируя поток K^+-ионов через соответствующие Ca^{2+}-зависимые каналы (кроме того, повышенные концентрации пероксида могут уменьшать потребление кислорода в тканях). Регуляция активности этих каналов влияет на вазомоторные функции организма, т.е. изменение: формы, длительности, частоты потенциалов действия и следования паттернов электрической активности; амплитуды / продолжительности внутриклеточного кальциевого сигнала (и, тем самым, характер экспрессии многих генов); модуляцию пресинаптической активности, высвобождение нейротрансмиттеров и секрецию нейропептидов. При высоких концентрациях в клетках H_2O_2 (3-5 мМ) наблюдается активация тирозинкиназ. Супероксид $O_2^{\cdot-}$ и пероксид H_2O_2 стимулируют, а пероксинитрит $ONOO^-$ ингибирует активность K^+-каналов. Высокая чувствительность Ca^{2+}-каналов внутриклеточных депо к незначительным изменениям редокс-состояния окружающей среды позволяет рассматривать их как универсальные редокс-сенсоры клетки. В целом, открытие / проницаемость кальциевых каналов контролируется мембранным потенциалом, химическими реагентами (модуляторами, гормонами, вторичными посредниками) или комбинацией этих факторов. Тем не менее, регуляторная роль редокс-молекул в клетке, молекулярно-клеточные механизмы, лежащие в основе данных процессов, пока ясны далеко не полностью.

Из митохондрий, и при высоких концентрациях окислителей, индуцируется выход ионов Ca^{2+} и образование мембранных пор. Это один из этапов апоптоза клетки. Обратное проникновение Ca^{2+} в Мт усиливает генерацию АФК (ROS) в цепи переноса электронов, что сопровождается повышением $[Ca^{2+}]_{цит}$ и запуском гибель-ассоциированных клеточных процессов. Высвобождение Ca^{2+} из кальциосом имеет регуляторное значение, протекает при физиологических условиях, – а при патофизиологических служит важным звеном механизма гибели клеток [47]. Говоря про митохондрии, надо помнить, что накопленные в

области молекулярной биологии клетки знания об участии митохондрий в процессе внутриклеточного гомеостаза стали значительно шире, чем это было начиная с 30-х годов XX века (время открытия процесса окислительного фосфорилирования). Эти «энергетические станции», кроме синтеза АТФ, выполняют также важные регуляторные функции поддержания на необходимо высоком уровне концентрации в цитозоле ионов Ca^{2+}, pH и продукции АФК [47].

Митохондрии участвуют в обеспечении не только метаболических, но и сигнальных путей переключения жизненно важных программ генома / клеточного-цикла при: делении, дифференцировке, апоптозе. Применяемые для этого методы определения хемилюминесценции (включая доведение температуры инкубационной среды до 37°C и последующие 15 минут регистрации) и перекисного окисления липидов (инициации ПОЛ введением в инкубационную среду Fe^{2+}; и др.), однако, достаточно сложны и не всегда адекватно отражают изучаемые процессы. В буферном растворе суспензии митохондрий спонтанного свечения, превышающего фоновый уровень, не наблюдалось ни в отношении свежевыделенных, ни хранившихся в холодильнике органелл. Добавление в среду фосфолипида липина инициировало слабое, постепенно нарастающее свечение, достигающее стабильного уровня за 400 или 800 секунд (соответственно, в случае свежевыделенных или хранимых в холодильнике органелл). Уже в интервале между введением липина и Fe^{2+} кривые регрессии люминесценции свежевыделенных и хранившихся (в холодильнике) органелл становились различными по отношению к своим фоновым значениям (в 1,7 раза), – но характерной для ПОЛ вспышки не было. Она появлялась сразу после внесения в инкубационную среду катализатора образования липоперикисей, – ионов Fe^{2+}. Появлялись существенные различия по параметрам кинетики и интенсивности хемилюминесценции, регистрировались все стадии процесса: в.н. быстрая вспышка, нарастающий латентный период (с ветвлением цепей образования липопероксидных радикалов), медленная вспышка (вследствие рекомбинации радикалов) и последующее стационарное свечение.

Соотношение амплитуд быстрой / медленной вспышек (*ex tempore*) составляло 3:1, а латентный период между ними, – около 2 минут. После хранения митохондрий интенсивность индуцированного ионами Fe^{2+} свечения существенно возрастала. В присутствии ЭДТА ионы железа образовывали неактивный хелатный комплекс, – и индукции каталитической их активности в отношении липоперекисей не происходило. В данном эксперименте цепная ПОЛ-реакция инициировалась липином (фосфолипидным

субстратом), который взаимодействовал с радикалами (продуцируемыми митохондриями), и сопровождалась слабым свечением. А после внесения Fe^{2+} происходили ветвление и рекомбинация липопероксидных радикалов. Поскольку концентрация [Fe^{2+}] была одной и той же, то наблюдаемые различия кинетики и интенсивности ХЛ, по-видимому / очевидно, могут быть связаны с гемопротеинами, имеющими сходную каталитическую активность и выделяемыми митохондриями в инкубационную среду, – что служит ранним признаком апоптоза. Данная методика позволяет изучать в динамике продукцию свободных радикалов и, тем самым, структурно / функциональное состояние самих митохондрий [76].

{{*Коммент. авт.* (выводы): таким образом, и как сказано выше, имеющие ОВП / АФК-зависимые мембранные ионные (прежде всего по концентрации Ca^{2+}, а также Fe^{2+}, др.) каналы и насосы митохондрии, и мтДНК, содержат, соответственно, рецепторы (например, эстрогенов: ER_a и ER_β) и мтДНК-элементы связывания (EREs / EREs-подобные элементы человека / млекопитающих) с этими / другими рецепторами гормонов. Кроме того, в.н. мтДНК (*зд.*, например, мыши) содержит малые некодирующие РНК (mt1-mt6, длиной в олиго-НЭ), выполняющие функции регуляции экспрессии некоторых / группы митохондриальных и ядерных генов. А между ДНК-содержащими органеллами клеток эукариот (по крайней мере, млекопитающих, – преимущественно в направлении Мт → Ядро; и высших растений, у которых помимо митохондрий существуют также и ДНК-содержащие хлоропласты), показано, существует перенос небольших (в 8-9 п.н. [217, 6, 7]) и более протяженных (до сотен тысяч и более п.н.) последовательностей ДНК (см. в [8, 202]). Все это соответствует представлению о возможности олигонуклеотидной, микроРНК-подобной регуляции экспрессии генов / геномов (включая гены и сами малые РНК) и формирования их на основе олиго-НЭ, воспроизводимых вПОТ-механизмом и, далее, инициирующих в.н. межорганелльный перенос их в составе ВНП-подобных векторов / частиц, – в том числе, с участием ГЧОС-системы}}.

Окислительно-восстановительный стресс

характеризуется чрезмерно повышенными и поддерживаемыми на постоянном уровне количествами АФК / ROS (при том, что «норма» не всегда охарактеризована), – показанными при изучении их регуляторной / токсической ролей, – и при конкурирующем действии мембран-ассоциированных АОК-систем (когда устанавливается определенный

окислительно-восстановительный баланс, редокс-состояние, специфичный у различных типов клеток, тканей, организмов). Это, с теми или иными оговорками, наблюдается при более чем 200-х заболеваний (нейродегенеративных; инфаркт / инсульт, атеросклероз, др.). С другой стороны, восстановительный стресс также может иметь драматические последствия для жизнедеятельности клеток, например: а) антиоксидант L-ацетилцистеин вызывает апоптоз гладкомышечных клеток мыши / человека; б) в крови онкологических больных показано увеличение концентрации глутатиона (одновременно, во внеклеточной среде повышается концентрация и окислителей); также в клетках опухолевой ткани повышается содержание и аскорбиновой кислоты. Известно, что в норме содержание восстановленного глутатиона (GSH) в тканях животных составляет ~99%, а при развитии окислительного стресса снижается до 75% от его общей концентрации. Вход глутатиона в клетки из внеклеточной среды наблюдается только при концентрациях GSH выше физиологических. А внутренняя среда ЭПР, по сравнению с таковой митохондрий и ядра, является более окисленной по отношению к цитозолю. Кроме того, многочисленные экспериментальные данные (и данные соответствующих обзоров литературы) указывают на существование механизма регуляции редокс-состояния не только в клетках, но и во внеклеточных жидкостях [47].

В дыхательной цепи митохондрий (даже неактивированных клеток) первично образуется анион-радикал супероксида ($O_2^{\cdot-}$). Кроме того, внешняя мембрана митохондрий содержит моноаминооксидазу, – инициатор воспроизводства перекиси водорода (H_2O_2) из биогенных аминов (дезаминированием). Скорость образования перекиси зависит от метаболического состояния и концентрации NO (связывающихся с гемовыми группами комплексов III / IV) внутри митохондрий. Все более интенсивно изучается роль митохондрий при процессах дифференцировки, пролиферации и апоптоза.

Обычно супероксид в цепях переноса электронов образуется при «утечке» их из промежуточных элементов электрон-транспортной цепи (комплексов I / II; семихиноны комплекса I, – вероятные доноры электронов) на кислород. Комплекс III принимает электроны от обоих (I и II) комплексов и передает их цитохрому-с. Большая часть супероксида при физиологических условиях генерируется дыхательной цепью на внутренней мембране {обращенной к митохондриальному матриксу, в котором избыток супероксида удаляется Mn-зависимой супероксиддисмутазой (успешно, – только при физиологических условиях)}.

НАДФН-оксидаза фагоцитов (NOX2) обеспечивает трансмембранный перенос электронов (в мультикомпонентном мембранном комплексе). Она состоит: а) из двух субъединиц гетеродимерного флавоцитохрома (который включает каталитическую гликопротеиновую бета- и альфа-субъединицу малого белка, – а также ФАД и два железосодержащих гема, функционирующих в режиме восстанавливающихся / реокисляющихся переносчиков электронов); б) и 3-х водорастворимых / регуляторных субъединиц, локализованных в цитоплазме (одна из них фосфорилируется протеинкиназой-С) и перемещающихся из цитозоля к мембране для связывания с конформационно лабильным комплексом. Такой перенос приводит к повышению концентрации акцепторов электронов снаружи клетки или внутри фагосом. Скорость генерации анион-радикала супероксида в фагоцитах возрастает и оказывается выше таковой в остальных типах клеток на два порядка. Катализируя одноэлектронное восстановление кислорода, оксидаза обеспечивает «дыхательный взрыв» в активированных нейтрофилах в реакции, и НАДФН служит донором электронов ($2O_2$ + НАДФН $\rightarrow$ $2\acute{O}_2^-$ + $НАДФ^+$ + H^+). Супероксид последовательно конвертируется в пероксид водорода и другие типы АФК. Сборка НАДФН-оксидазы обеспечивается, по крайней мере, тремя триггерными сигнальными системами, белки которых: метаболизируют липиды мембран; включают цитоплазматические протеинкиназы и нуклеотидзаменные белки, активирующие ГТФазу Rac. Активация НАДФН-оксидазы происходит с участием ГТФ-связывающих (ГТФазных) белков: Rac1 (моноцитов), Rac2 (нейтрофилов) или Rap1A. При некоторых заболеваниях нервной системы такая активация может служить сигналом к апоптозу ее клеток [47].

Приложение-глоссарий 2.

Окислительно-восстановительные реакции в клеточных in-vivo / in-vitro системах

Химические реакции

Химические реакции в различных системах длятся как мельчайшие доли секунды, так и минуты, часы и дни. Десятки / сотни ОВР (межмолекулярного переноса электронов, – самого распространенного типа биохимических реакций) часто связаны с патологией, например, при образовании свободных радикалов в результате неферментативного

окисления липидов и последующего свечения митохондрий. Десятки / сотни окислителей вступают в неферментативное прямое взаимодействие с НАДФН / НАДН, которые, в свою очередь, являются субстратом для ферментов, обеспечивающих диацетилирование и / или моно- / поли-АДФ-рибозилирование белков, и др. НАДН служит донором электронов в дыхательной цепи (участвует в энергетическом обмене), а $НАД^+$ – акцептором электронов, но в процессах окисления жирных кислот, углеводов и аминокислот. Высокое соотношение концентраций $НАД^+$ / НАДН необходимо для поддержания активного катаболизма в цитоплазме и митохондриальном матриксе, − и поддержания / регуляции баланса процессов катаболизма / анаболизма. Вместе с отношением лактат / пируват в цитозоле и вне клетки (поддерживается монокарбоксильными переносчиками), зависимым от активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ), одноименный концентрационный $НАД^+$ / НАДН-показатель используется в методе индикации метаболически равновесных состояний. При возникающем низком соотношении $НАД^+$ / НАДН начинает тормозиться цикл лимонной кислоты. Нерасходование АТФ ведет к недостатку АДФ, неиспользованию протонной помпы и торможению процессов переноса электронов в дыхательной цепи и НАДН → $НАД^+$-окисления. В этом случае замедляется потребление субстрата. Повышение концентрации НАДН (при недостатке кислорода) необходимо для переключения клеточного метаболизма с аэробного гликолиза на процесс глюконеогенеза (синтеза глюкозы из неуглеводных компонентов: лактата**,** пирувата**,** глицерола**,** кетокислот цикла Кребса, аминокислот, и др.). Значения концентраций цитозольного НАДН могут служить сенсором потока крови. НАДФН является самым важным восстановителем при биосинтезе.

Процесс передачи электронов от НАД(Ф)Н к внутриклеточным глутатиону и витамину С, вероятно, является альтернативным механизму энергетического сопряжения. Обмен между восстановленными НАДН (цитоплазмы / митохондрий) и окисленной $НАД^+$ формами никотинамиддинуклеотидов осуществляется, в основном, челночным механизмом малат-оксалоацетатной пары (в митохондриях млекопитающих). Аналогичный обмен между НАДФН / $НАДФ^+$ цитоплазмы и $НАД^+$ / НАДН митохондрий опосредует НАДФН / НАДН-трансдегидрогеназа. А перенос электронов в направлении НАДФН → GSSG катализирует глутатионредуктаза. Однако адекватная характеристика интегрального редокс-состояния в тканях при окислительном стрессе, согласно анализу,

возможна только при использовании количественных параметров окислительно-восстановительного баланса сразу нескольких редокс-пар [47].

В свою очередь, и тем не менее, устойчиво неравновесные биохимические реакции с участием ферментов составляют подавляющее большинство реакций в клетках / организме [102]. И оба типа реакций (ферментативные / неферментативные) являются многофакторными процессами и идут, обычно, в гетерогенных условиях пограничного раздела поверхностных фаз с разной степенью гидрофильности / гидрофобности, но при относительно постоянных температуре, осмотическом давлении, pH, объеме, ионной силе среды, др.

Такая полифакториальность определяется:

1) концентрацией / доступностью известных (иногда неизвестных), промежуточных, лимитирующих реагентов (субстратов, конечных-продуктов), а также белков и ферментов-катализаторов (и их изо- / аллостерических ингибирующих эффекторов) в различных реакциях метаболизма: последовательных, параллельных, прямых, разветвленных, конкурентных, сопряженных, цепных (др.);

2) уровнем воспроизводства макроэргов.

В клетках названные определяющие условия колеблются в более-менее узком диапазоне. Однако в.н. реакции и группы их множеств, модулируемые на уровне клетки, органа, ткани (а также нейрогуморальной и различных буферных систем организма; др.) канализируют скоординированное и высокоскоростное прохождение метаболических (биохимических, молекулярно-генетических, сигнальных, др.) путей.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) и продукты их деятельности (включая свободные радикалы), а также сильные окислители, восстановители, антиоксиданты, не выполняют в клетке только негативную / патологическую роль (в том числе, при инициации заболеваний, таких как: атеросклероз, цирроз печени, катаракта, артрит, ишемическая болезнь сердца, бронхиальная астма, гепатит, диабет, онкологические заболевания). Они интегрированы, также, во множество регуляторных реакций.

Среди последних, например, такие: координация сигнальных путей ростовыми факторами; пролиферация, рост и дифференцировка клеток (в частности, при индукции

эмбриональных стволовых клеток в кардиомиоциты аскорбиновой кислотой, которая в милимолярных концентрациях вызывает апоптоз клеток); апоптоз, активируемый транспортом восстановленного глутатиона (GSH) из клетки во внеклеточное пространство; экспрессия генов, иммунный ответ и синаптическая пластичность; синтез медиаторов воспаления, хемотаксических пептидов; процесс обновления клеточных мембран. Однако механизмы такой регуляции, часто связанной с кратковременными скачками концентраций АФК / ионов-кальция, и мишени редокс-молекул, − пока изучены недостаточно. Наблюдают как различные типы ответов при действии одних и тех же концентраций окислителей, так и однотипный функциональный ответ при действии различных окислителей / восстановителей [47, 48]. (Заметим, однако, что противоречивые ситуации часто связаны не только с недостаточной разработкой той или иной исследуемой тематики, но и с отсутствием возможности выбора необходимой системы координат).

К в.н. мишеням редокс-молекул относятся, в частности, липиды (а также, белки и ДНК), при перекисном окислении которых (ПОЛ) образуются свободные радикалы полиненасыщенных жирных кислот {некоторые альдегиды, флуоресцирующие Шиффовы основания ($R^1R^2C=NR^3$), накапливающиеся в жировой ткани пигменты, др.} и повреждаются биомембраны. Это ведет ко многим патологическим процессам. ПОЛ характеризуется стадиями инициирования, развития и обрыва. Взаимодействие со свободными радикалами (ȮH, $HO_2^{\cdot}$, RȮ, $RO_2^{\cdot}$) ведет к образованию липидных радикалов. А пероксидные радикалы, далее, образуются как ферментативно (при генерации их в активном центре фермента с образованием гидропероксидов / эндопероксидов), так и неферментативно (в присутствии металлов переменной валентности). Пероксиды жирных кислот образуются, также, при синтезе простагландинов с участием циклооксигеназы (например, арахидоновая кислота превращается в соответствующий гидропероксид, т.е. простагландин G.). Процессы перекисного окисления липидов ингибируются NȮ (причем, на 4-5 порядков эффективнее, чем в случае α-токоферола). Но при интенсивном действии химических / физических факторов, даже «в норме», ПОЛ-процессы резко усиливаются. Поэтому недостаток антиоксидантов ведет к развитию в клетке / организме окислительного стресса и патологических процессов [47].

Окисление белков

Окисление белков, в основном, вызывается гидроксильным радикалом (ȮН). Это сопровождается появлением межбелковых сшивок и разрывами полипептидной цепи. При этом образуются углеродцентрированные радикалы, УЦР (в том числе, в результате вторичных реакций алкоксильных, пероксильных, азотцентрированных радикалов и декарбоксилирования карбоксила), происходят отрыв водорода от С–Н-связей (особенно со слабыми, типа тиолов, связями) и присоединение радикала к ароматическому кольцу. В свою очередь, в присутствии кислорода в.н. УЦР вступают в реакции образования пероксильных радикалов (со скоростями, близкими к диффузионно-контролируемому пределу), а затем / последовательно, – гидропероксидов, алкоксильных радикалов и гидроксильных производных белков (или спиртов). В отсутствии кислорода УЦР образуют межбелковые связи (гораздо более медленно). А пероксильные радикалы генерируются разложением гидропероксидов, катализируемым ионами металлов переменной валентности.

Эти радикалы (в том числе димерные) могут взаимодействовать друг с другом с образованием алкоксильных радикалов ($2ROȮ \rightarrow ROO–OOR \rightarrow 2RȮ + O_2$), образуемых также при одноэлектронном восстановлении алкилгидроперекисей и инициирующих начало разрыва полипептидной цепи и, в конце концов, окисление / восстановление серосодержащих аминокислот, – цистеина и метионина (*зд.* – о внутриклеточном редокс-процессе, трансдуцирующем сигнале). SH-группы цистеина белков, – главные мишени действия гидроперекиси H_2O_2. Одновременно, реакционные цистеины содержатся в тирозинфосфатазах (их активных центрах), деактивация которых связана с превращением цистеинов в сульфениковую кислоту (R-SOH). Восстановление последней происходит через образование дисульфидных связей между SH-группами белков и низкомолекулярных тиолов. Среди таких тиолов (и прежде всего), − глутатион, регуляция ковалентного присоединения которого, функционально, напоминает регуляцию процессов фосфорилирования. Более сильные оксилители, гидроксильный радикал или пероксинитрит-ион, способны окислять тиольную группу цистеина (необратимо) до сульфениковой или сульфониковой кислот. Редокс-процессы ассоциированы не только с тирозинфосфатазами, но и другими ферментами (в частности, с серин / треониновыми фосфатазами, имеющими ионы железа с разной степенью окисления). В целом надо заметить, что обратимые окислительные модификации белков (показано) играют важную роль в их функционировании [47].

Важными этапами в.н. трансдукции являются реакции модификации белков азотсодержащими АФК (ROS). К механизмам регуляции активности многих белков (включая гемовые / негемовые) относят и ковалентное / нековалентное присоединение к белкам оксида азота. В биологических системах NÓ вступает в реакции с кислородом (O_2), супероксидом ($Ó_2^-$) и металлами переменной валентности (Fe, Cu, Co, Zn, Ni, др.). Основными мишенями в клетке являются металлосодержащие и тиолсодержащие белки [47].

Возможные степени окисления сульфгидрильных групп таковы: «0» (RSH, тиолы); «+1/–1» (RSSR, дисульфиды); «+2» (RSOH, сульфениковая кислота); «+4» (RSO_2H, сульфаниловая кислота); «+6» (RSO_3H, сульфониковая кислота).

Высвобождение ионов железа из $[4Fe–4S]^{2+}$-кластеров при ($Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$)-окислении супероксидными анион-радикалами приводит к инактивации ферментов: а) аконитазы / аконитатгидролазы митохондриальной, − изменяется ход реакций в цикле трикарбоновых кислот; цитоплазматической, − изменяется регуляция синтеза ферритина, трансферрина, белков Sox-R / Sox-S и экспрессии ряда генов, ответственных за защиту клетки от действия АФК; б) сукцинатдегидрогеназы; в) и митохондриальной НАДН-убихинон-оксидоредуктазы. Ион Fe^{2+} хорошо взаимодейтсвует с перекисью (H_2O_2) или гипохлоритом (ClO^-) с образованием чрезвычайно активного гидроксил-радикала (ÓH) [47, 98].

S-нитрозилирование белков

S-нитрозилирование белков ассоциировано с их цистеиновыми остатками, к которым присоединяются молекулы нитрозония (NO^+), удаляемые, далее, как не ферментативным, так и ферментативным путями. Восстановленный глутатион может конвертировать такие цистеины в более стабильные дисульфиды. Введение в состав белка монооксида азота (радикала NÓ) называют нитрозированием (в отличие от нитрозилирования с участием нитрозония, NO^+; термины нитрозирование и нитрозилирование путать не стоит). При обратимом связывании NÓ с гемовым железом (Fe^{2+} / Fe^{3+}) активируется гуанилатциклаза и ингибируется цитохромоксидаза. Далее, взаимодействие с кислородом ведет к образованию ряда конечных / промежуточных АФК ($ONOO^-$, NO_3^-, $Ó_2^-$, др.). Предполагают, что взаимодействие NÓ с биологическими мишенями зависит от степени его последующего окисления-восстановления (второе

связывают с образованием нитроксильного аниона NO^-, а первое – с формированием нитрозольного катиона NO^+ и образованием S-нитрозотиолов). Нитрозилирование тиолов (RS^-) и образование S-нитрозотиолов может вести к гомолизу S–N-связей с освобождением NÓ, образованием S–S-связи и изменением конформации клеточного эффектора-мишени. Таким образом, нитрозилирование сульфгидрильных групп, функционально, имеет сходство с процессами серин-треонинового / тирозинового фосфорилирования в клетках [47].

S-глутатиолирование белков

S-глутатиолирование белков («S-тиолирование»), − обратимый процесс, динамически регулирующий: а) формирование смешанных дисульфидов (между: во-первых, цистеинами белков, цитоскелета, протеин-киназ / фосфатаз, транспортных белков, факторов транскрипции, др.; и, во вторых, глутатионом, − в более, чем 85% случаев); б) соотношение восстановленных (GSH) и окисленных (GSSG) форм глутатиона в соответствующих (GSH / GSSG) редокс-парах. Показано, что значение имеют как соотношение (GSH / GSSG), так и абсолютные значения концентраций (GSH / GSSG) - форм глутатиона. При этом в.н. дисульфиды образовывались в результате взаимодействия либо восстановленной формы глутатиона (GSH), – с активированными окислением тиолами белков (1); либо, почти наоборот, окислительно-активированных форм GSH, – с восстановленными (RSH) цистеинами белков (2) {(1) и (2), − два фундаментально различных механизма, в которых участие принимают более десятка различных АФК (ROS): производных как только кислорода, − так и кислорода / азота} [47].

Восстановление белковых тиолов, при не ферментативном восстановлении или в результате ферментативного расщепления дисульфидных связей некоторыми ферментами (тиоредоксинредуктазой, глутаредоксином, дисульфидизомеразой), может осуществляться в результате реакции детиолирования. Глутаредоксин восстанавливает дисульфиды S-глутатиолированных белков (в гепатоцитах) эффективнее других ферментов. В целом, выбор одного из двух в.н. механизмов S-глутатиолирования определяется строением конкретного белка у конкретного биологического вида (соотношением действующих реально и возникающих потенциально центров окисления / восстановления): например, окисление цистеинов гемоглобина крысы протекает быстрее такового для глутатиона (у человека, − наоборот) [47].

Окисление нуклеиновых кислот

Окисление нуклеиновых кислот запускается свободнорадикальными реакциями, приводящими при окислительном стрессе к структурным изменениям в мтДНК в большей степени (почти на порядок), чем в ДНК ядра. Это связано с близостью расположения внутриклеточного источника АФК (мт-дыхательной цепи), изобилием конечных продуктов перекисного окисления липидов, и сопровождается повышением частоты мутаций, накапливающихся с возрастом; (кроме того, в митохондриях менее развитая система репарационного восстановления, – причем положительная роль такой ситуации, в целом, может быть связана с необходимостью подстройки каждой отдельной митохондрии, которых в клетке сотни, под метаболические нужды, – т.е. специфичность и степень экспрессии определенных ядерных генов в конкретный временной период). Экспериментально показано, что главная роль в окислительной модификации нуклеотидов принадлежит гидроксил-радикалу (ȮН), а также синглетному кислороду ($^1O_2$), но не супероксид-аниону ($O_2^{\cdot-}$) или пероксиду водорода (H_2O_2). При взаимодействии ДНК с гидроксил-радикалом (ȮН) образуется много продуктов повреждения всех оснований (A, G, C, T). А в дезоксирибозе индуцируется отрыв атома водорода, формируются углеродцентрированные радикалы (УЦР), которые, в присутствии кислорода, образуют пероксильные радикалы ($RO_2^{\cdot}$), вступающие в дальнейшие реакции с биомолекулами. Без кислорода ȮН вызывает однонитевые разрывы молекулы ДНК, высвобождение оснований и формирование модифицированных сахаров. С гетероциклическими основаниями ȮН вступает в реакцию присоединения (по двойным связям), индуцирует образование из оснований радикалов, − со свойствами как окислителей, так и восстановителей [47].

Трансмембранный транспорт электронов и редокс-молекул

Трансмембранный транспорт электронов и редокс-молекул связан с необходимостью поддержания динамически востребуемого уровня баланса между биологическими восстановителями снаружи и внутри клеток, исходно имеющими существенные концентрационные различия. Некоторые типы окислителей, образующиеся в клетках (O_2, H_2O_2, NO, пероксинитрит $ONOO^-$, супероксидный анион-радикал $O_2^{\cdot-}$), также перемещаются через плазматическую мембрану внутрь клетки или за ее пределы.

Движущей силой процесса является определенный трансмембранный градиент концентраций окислителя (для пероксида водорода, H_2O_2, это показано с помощью флуоресцентного зонда 2,7-дихлордигидрофлуоресцеина, H_2DCF). При формировании требуемых редокс-состояний (редокс-гомеостаза) концентрации доноров электронов в цитоплазме клетки, по отношению к таковым вне ее, обычно являются / становятся повышенными. В этом задействованы внутриклеточные «антиоксидант / оксидант»-генерирующие и «антиоксидант / оксидант»-утилизирующие системы. Одновременно формируются акцепторы (НАДФН-оксидаза восстанавливает кислород) и доноры (НАДН-редуктаза восстанавливает дегидроаскорбат и радикал аскорбата) электронов во внеклеточной среде. Происходят перенос электронов и формирование протондвижущей силы (на внутренней мембране митохондрий), необходимые для синтеза АТФ. Поддержание редокс-гомеостаза связано с системами, в которых концентрации основных восстановителей и окислителей в клетках и тканях существенно различаются.

Механизмы трансмембранного транспорта электронов через плазматическую мембрану клетки активно изучаются. Механизмы переноса электронов в большинстве систем связаны с окислением гидрофобных восстановителей внеклеточными окислителями. Перенос окислителей и восстановителей через мембрану (в одну и другую стороны; по-разному в разных типах клеток) происходит в результате: простой диффузии (для H_2O_2, O_2, NÓ); облегченной диффузии через анионные каналы ($ONOO^-$, $Ó_2^-$); или с помощью специальных переносчиков (для: восстановленных / окисленных форм глутатиона, GSH / GSSG; аскорбат-аниона-(АСК) / дегидроаскорбата-(ДАСК); др.).

У пероксида H_2O_2, − наибольшие коэффициент чрезмембранной проницаемости и время жизни (при физиологических pH). Часто молекула, быстро возникающая / распадающаяся (т.е. фиксируемая в незначительных / очень-низких концентрациях, ~10^{-9}–10^{-7} М), рассматривается в качестве внутриклеточной / внеклеточной сигнальной молекулы, выполняющей роль вторичного мессенджера. Однако, это стабильная форма АФК, и в настоящее время показано, что организмы подвергаются значительному воздействию данного реагента. В различных напитках (чай, кофе, какао), в тканях организма (ротовой полости, кишечнике, стекловидном теле глаза, др.) и моче обнаружены высокие (до 0,1-0,2 мМ) концентрации пероксида водорода. Кроме того, не исключено, что не вода, а экзо- / эндогенного происхождения пероксид является источником кислорода при фотосинтезе. Надо, однако, учесть, что скорость реакций H_2O_2 с внутриклеточными ферментативными компонентами (например, пероксидазами,

каталазами) превышает скорость не ферментативной реакции с в.н. флуоресцентным зондом (H_2DCF) на несколько порядков (4-6). Эта скорость, однако, значительно выше в случае реакции H_2DCF-зонда с некоторыми другими АФК ($Ó_2^-$, NÓ, $ONOO^-$). Трансмембранный транспорт и внутриклеточная утилизация H_2O_2 приводят к установлению определенного градиента концентрации пероксида через плазматическую мембрану, величина которого зависит от типа клеток. Различия концентраций H_2O_2 в тканях, биологических жидкостях в норме и при патологических процессах существенны и значительно выше (в разы / порядки) найденных ранее (10^{-9}–10^{-7} М). Во внеклеточном пространстве они выше, чем в клетках, и изменяются в широком диапазоне [47].

Аналогичным образом устанавливается градиент концентраций и для других типов молекул-окислителей (и редокс-молекул). Во многих клеточных системах при действии H_2O_2 наблюдают гибель клеток (зависимую от дозы) по механизму апоптоза или некроза (включая лимфоциты, тироциты, гепатоциты и другие типы клеток). Однако, в ряде случаев H_2O_2 индуцирует дифференцировку, в частности: клеток-предшественников линии HD-11EM, − в остеокласты; клеток линии PC12, − в симпатические нейроны; др. Генерация пероксида водорода в митохондриях может быть усилена действием фактора некроза опухоли (TNF-α) и НАДФН-оксидазы. Причем в нефагоцитирующих клетках генерация АФК стимулируется интерлейкинами (-1β, -6, -3), фактором роста нервов (NGF), трансформирующим фактором роста (TGF-β1), и др. А взаимодействующие с рецепторами плазматической мембраны другие факторы роста (*зд.* PDGF / EGF) кратковременно повышают концентрацию H_2O_2 внутри клеток. Повышение концентрации окислителей (H_2O_2, др.) внутри клеток изменяет активность: а) всех классов сигнальных эффекторных белков передачи сигнала (клеточная-поверхность → ядро); б) ряда других белков: протеинкиназ, фосфатаз, фосфолипаз, факторов транскрипции, ионных каналов и насосов клеточных мембран (с учетом действия, также, концентрации восстановителей) [47].

Накопление аскорбиновой кислоты (АСК) идет, в основном, с участием белков (семейства GLUT), – переносчиков глюкозы. В результате трансмембранного транспорта внутриклеточная концентрация АСК почти на три порядка превышает внеклеточную, которая варьирует в разных тканях: например, в мозге и спинномозговой жидкости она на порядок выше, чем в плазме крови. Одновременно, все клетки способны накапливать АСК до концентраций на два порядка (для нейронов на три) превышающих концентрацию витамина С в крови. Эритроциты к этому способны только в искусственных условиях, при

повышенной концентрации ДАСК (когда концентрация АСК достигает 1-2 мМ). Внутриклеточная концентрация АСК в разных типах клеток также изменяется в широком диапазоне (в разы / порядок) и зависит от типа экспрессируемых в них переносчиков АСК. Распределение АСК не одинакого и для разных типов клеток в одних и тех же и разных тканях / органах. В клетках крови, например, концентрация витамина С колеблется в диапазоне ~50 мкМ для эритроцитов, − и до ~8 мМ у моноцитов; в мозге ~1 мМ для астроцитов, − и до ~10 мМ в нейронах (*зд.*, независимо от внеклеточной концентрации АСК). В ряде других типов клеток уровень АСК зависит от ее внеклеточной концентрации. Кроме того, уровень АСК в тканях зависит, во-первых, от пола (например, в мозге в мужчин он выше, чем у женщин); во-вторых, − от времени суток (у активных в ночной период крыс концентрация АСК в стриатуме мозга в среднем на 20-60% выше, чем в дневной). Колебания концентрации АСК в мозге могут достигать 500%, – в том числе, при различных патологических состояниях. Повышение концентрации АСК в крови вызывает соответствующее повышение ее внутриклеточной концентрации в гранулоцитах (эозинофилах / базофилах), тромбоцитах и эритроцитах (в моноцитах концентрация АСК практически не зависит от внеклеточной концентрации). В целом, некоторые типы клеток преимущественно накапливают аскорбиновую кислоту, другие – глутатион. Концентрации различных восстановителей не одинаковы как в разных тканях одного организма, – так и в одних и тех же тканях различных биологических видов. Регуляция концентрации окислителей / восстановителей (акцепторов / доноров электронов), ионов металлов переменной валентности, простетических групп (др.) и регуляция экспрессии белковых переносчиков, − полифакториальный, т.е. зависимый от взаимодействия множества факторов, процесс [47].

Регуляция редокс-гомеостаза в тканях и клетках

Регуляция редокс-гомеостаза в тканях и клетках поддерживается многочисленными тканеспецифическими механизмами. Свободные радикалы (Ŕs), образовавшиеся вне клетки, реагируют с внеклеточными / водорастворимыми восстановителями (АСК, др.) или с мембранными жирорастворимыми α-токоферолом (TOH) и убихинолом (QH2). Как и другие формы окислителей, Ŕs образуются в результате ферментативных реакций: а) в органеллах клетки (митохондриях, пероксисомах, лизосомах); б) или поступают извне (после действия супероксиддисмутазы,

ксантиноксидазы, др.). Концентрация АСК в клетке поддерживается за счет транспорта окисленной формы (ДАСК; восстанавливается переносом электронов от НАДН или GSH соответствующими дегидроаскорбат-редуктазами) или восстановленной ее форм (АСК) специализированными переносчиками (SVCT / GLUT).

Восстановление окисленных форм восстановителей происходит за счет: а) электронов внутриклеточных окислителей (в результате прямых реакций); б) ферментативного катализа. Восстановление окисленных НАД+ и GSSG-форм идет различными путями. В первом случае, – при гликолизе или переносе электронов с НАДФН трансдегидрогеназой (в обоих направлениях). Во втором, – глутатионредуктазой, за счет электронов белковых цистеинов (RSH) или глутаредоксина. Восстановление $НАДФ^+$ может идти в гексозомонофосфатном пути. Активное участие в подержании соотношения GSH / GSSG в клетке принимают трансмембранные транспортеры глутатиона (синусоидальный, каналикулярный). Однако, редокс-потенциал в плазме крови и цитоплазме клетки поддерживают и другие пары, например, цистин / цистеиновая (CysSS / Cys), причем независимо от GSSG / 2GSH. Активность ферментов редокс-гомеостаза ассоциирована со сложным характером взаимодействий и следующими сочетаниями их свойств: быстротой действия (секунды / минуты); аллостерической регуляцией (изменением эффективных концентраций продуктов / субстратов); внесением ковалентных связей в белки (глутатиолированием, фосфорилированием, образованием дисульфидных сшивок). В другом случае эта активность ассоциирована с медленным (десятки-минут / часы) действием ферментов и последующим изменением уровня экспрессии основных ферментов и концентрации восстановителей. Таким образом, поддерживая определенные различные концентрации окислителей и восстановителей в тканях, клетках и органеллах, клетка обеспечивает сохранение там конкретных же редокс-потенциалов (редокс-состояний / редокс-гомеостаза) [47].

Эффективность восстановительного потенциала

Эффективность восстановительного потенциала в клетках / тканях ($E_{эфф}$) достигается различными путями и зависит от присутствия внутриклеточных множеств окислителей, восстановителей и их переносчиков. Изменения концентрации каждого члена-ряда / компонента названных множеств существенно влияют на скорость и направление переноса электронов (часто, – и протонов) между цитозольными

низкомолекулярными соединениями и белками (прежде всего их тиоловыми компонентами). Одновременно изменяются активность функционирования (и экспрессия) белков и клетки в целом. В матриксе митохондрий преобладают восстановительные процессы, – по сравнению с цитоплазмой и внеклеточной средой. Интегральный подход, учитывающий вклад всех участников окислительно-восстановительных процессов (ОВП) в клетке, является более информативным, чем использование количественного описания изменений редокс-состояний восстановительных потенциалов участников редокс-реакций [47].

Роль редокс-процессов во внутриклеточной сигнализации

Роль редокс-процессов во внутриклеточной сигнализации связана с запуском / регуляцией разных режимов активации клетки (с участием АФК). Это касается таких механизмов / процессов, как: пролиферация, рост, экспрессия генов, иммунный ответ, синаптическая пластичность, обновление клеточных мембран; синтез некоторых медиаторов воспаления, хемотаксических пептидов, и т.д.

В заключение (Приложений-глоссариев 1, 2)

В заключение (Приложений-глоссариев 1, 2) можно отметить, что наметился существенный прогресс в представлениях и изучении механизмов редокс-регуляции молекулярно-клеточных событий, ведущих к изменению функциональной активности клеток при действии редокс-молекул. Это позволяет оценить качество динамики развития не только патологических процессов (ассоциированных с воспалением, канцерогенезом различного гистогенеза, генетическими, кардиологическими заболеваниями, и т.д.), но и таковое в отношении тонкой регуляции метаболизма многими типами редокс-молекул (в.н. окислителей, АФК / ROS; восстановителей, таких как GSH, RSH; др.), их высокомолекулярных и низкомолекулярных мишеней в организме (белков; коферментов, простетических групп ферментов; ДНК / РНК; липидов, углеводов и т.д.). Проведенный анализ окислительно-восстановительного баланса и редокс-состояния в.н. объектов показал, что образующиеся в организме окислители / восстановители, действие которых определяется внутриклеточным окислительно-восстановительным балансом или редокс-состоянием, участвуют в защитных механизмах, процессах внутриклеточной и

внеклеточной сигнализации, регуляции метаболизма, детоксикации ксенобиотиков, и др. Термин «редокс-состояние» широко используется при описании свободнорадикальных реакций в биологии и медицине, но четкого представления об этом предмете (его количественных характеристиках) до сих пор нет. Необходимо количественное описание параметров редокс-буферной емкости и эффективного восстановительного потенциала (новые характеристики клеточного / тканевого гомеостазов) для многих метаболических процессов. Изменение величины в.н. параметров может вызывать перестройку внутриклеточных механизмов передачи сигналов. Это полезно, по крайней мере, для предсказания механизмов действия многих фармакологических препаратов и уменьшения проявлений их побочных эффектов [47].

{{*Коммент. авт.* (выводы): таким образом, в различных естественных / экспериментальных многофакторных биосистемах (клетках с запуском / регуляцией разных режимов активации) сотни одновременно, скоординированно и высокоскоростно протекающих ферментативных-(биохимических) (1) / неферментативных (2) ОВР, занимающих широкий временной диапазон (от секунд – до дней), идущих в гетерогенных условиях пограничного раздела поверхностных фаз (с обычно разной степенью гидрофильности / гидрофобности, но при относительно постоянных температуре, осмотическом давлении, pH, объеме, ионной силе среды), – и при нормальных и целом ряде патологических процессов, – связаны с использованием клеткой (ее органеллами, цитоплазмой) целых наборов и предпочтительных соотношений низко- и высокомолекулярных окислителей (акцепторов электронов) и восстановителей / антиоксидантов (доноров электронов) различной реакционной способности, с не до конца проясненными взаимозаменяемостью и функциональной значимостью (включая роль замены молекул воды при фотосинтезе пероксидом, имеющем, как и другие молекулы-окислители, разную проницаемость в различных типах клеток). Суммарно среди тех и других {(1) и (2); внутриклеточных т.н. «антиоксидант / оксидант» - генерирующих и таковых же утилизирующих систем} имеются свободные радикалы кислорода (АФК: ȮH, HO_2, RȮ, RO_2, др.), азота (NO^+, $ONOO^-$, NO_3^-; а также NȮ, вступающий в реакции с O_2, O_2^- и металлами переменной валентности Fe, Cu, Co, Zn, Ni), витамин С, жирные кислоты, липиды, простагландины, глутатион, наблюдаются скачки концентраций ионов-кальция, (др.). Перечисленные окислители / восстановители играют важную, в том числе регуляторную, роль. Это касается жизненноважных процессов координации сигнальных путей ростовыми факторами, пролиферации, роста, дифференцировки и апоптоза клеток,

активации транспорта восстановленного глутатиона (из клетки во внеклеточное пространство), экспрессии генов, иммунного ответа, синаптической пластичности, синтеза медиаторов воспаления, хемотаксических пептидов, процесса обновления клеточных мембран, восстановления дисульфидных связей белков (окислительной модификации белков), структурных изменений ДНК (повреждаемых прежде всего ȮН и $^1O_2$, и, в меньшей степени, – $Ȯ_2^-$ и H_2O_2), и т.д. И ферментативные и неферментативные ОВР {(1) и (2)} вступают во взаимодействие с различными формами НАД (НАДФН, НАДН, $НАД^+$, др.), которые, и в свою очередь, взаимодействуют с ферментами-(белками) различных процессов (диацетилирования, рибозилирования, образования дисульфидных-(S-S)-сшивок, фосфорилирования, глутатиолирования, нитрозирования / нитрозилирования, детиолирования, и т.д.). Основными клеточными мишенями являются металл- и тиол-содержащие белки. Это сопровождается свечением митохондрий, на внутренней мембране которых происходит перенос электронов и формирование протондвижущей силы (необходимые для синтеза АТФ) и в матриксе которых преобладают восстановительные процессы, – по сравнению с таковыми в цитоплазме и внеклеточной среде. Одновременно, тканеспецифическими механизмами в системе поддерживается баланс воспроизводства макроэргов и устойчиво неравновесных / интегральных редокс-состояний гомеостаза при окислительном стрессе и процессах переноса электронов. Последнее происходит в дыхательной цепи, при аэробном / неаэробном гликолизах, глюконеогенезе (из лактата, пирувата, глицерола, кетокислот цикла Кребса, аминокислот, др.), гексозомонофосфатном пути (включая окислительный и неокислительный этапы), – в целом, катаболизме / анаболизме. Учет вклада всех участников ОВП в клетке более информативен по сравнению с количественным описанием вкладов восстановительных потенциалов отдельных участников редокс-состояний / реакций. Активность ферментов редокс-гомеостаза обеспечивается сочетаниями таких их свойств, как быстродействие, аллостерическая регуляция и формирование ковалентных связей в белках (в.н. глутатиолированием, фосфорилированием и образованием дисульфидных сшивок). Перенос через мембрану окислителей / восстановителей, – неодинаково распределенных внутри- / между клетками, разнополыми индивидуумами, видами тканей / клеток, биоритмологически и при различных патологических состояниях, – происходит в результате простой, облегченной или диффузии с помощью специальных переносчиков и является процессом полифакториальным. Существенный вклад в обеспечение в.н. свойств и характеристик процессов, дополнительно / облигатно, может вносить их сетевая

регуляция с помощью сочетаний функционирующих индивидальных и потоков / наборов фотонов (и, возможно, других элементарных и квазиэлементарных частиц), связанных с предполагаемыми феноменами «фотонный фейерверк» и «скрытый фотонный фейерверк», действие которых здесь может быть не только прямым, но и опосредованным другим / родственным гипотетическим феноменом, – «олигонуклеотидным фейерверком», – в свою очередь, опосредованным вПОТ-механизмом (и т.д.)}}.

Приложение-глоссарий 3.

Свойства некоторых элементарных и квазиэлементарных частиц

Квазиэлементарные частицы,

Квазиэлементарные частицы, – элементарные акты возбуждения совокупности всех взаимодействующих / составляющих компонент системы (субатомных структур, атомов, молекул), отражающие одно из фундаментальных понятий теории конденсированного состояния вещества (прежде всего твёрдых тел и жидкостей). Это касается, изначально, теории твёрдого тела, теории кристаллов, жидкого гелия, а также теорий атомного ядра, плазмы, применяемых в астрофизике, и др. Объяснение наблюдаемых макроскопических свойств кристаллов (или жидкого гелия) основано на концепции квазиэлементарных частиц, вначале применимой только для сравнительно низких температур, при которых свойства газа квазичастиц близки к таковым идеального газа. Здесь необходимо знание закона дисперсии квазичастиц, а также вероятности их столкновений друг с другом и с дефектами в кристаллах. Для определения характеристик квазичастиц применяют ряд методов (рассеяния нейтронов, рассеяния / поглощения света; ферромагнитного, антиферромагнитного и ферроакустического резонансов) и изучают свойства металлов и полупроводников в сильных магнитных полях (в частности циклотронный резонанс, гальваномагнитные явления, и др.) [125].

Число квазиэлементарных частиц огромно (порядка 10^{22} частиц на 1 $см^3$), они сильно взаимодействуют друг с другом, – из-за чего полная энергия системы, определяющая многие её свойства, не является суммой энергий отдельных частиц, как в случае идеального газа. Энергию кристалла E_0 (как и жидкого гелия) приближённо считают состоящей из энергии основного / невозбуждённого E_0-состояния системы (при температуре абсолютного нуля) и суммы энергий E_λ элементарных актов возбуждений,

несводимых к более простым движениям. В случае газа, однако, суммируется энергия его свободных частиц (атомов и молекул, имеющих свой импульс). В случае же иначе и более сложно устроенных (в основном фиксированных) элементов кристалла суммируется энергия элементарных возбуждений совокупности атомов. Эта энергия характеризуется векторным квазиимпульсом, влияющим на скорость распространения в.н. актов возбуждения, и зависит от атомной структуры конденсированной среды и характера взаимодействия между частицами. А в.н. индекс λ включает обозначения нескольких разных, т.е. отличающихся своей природой типов элементарных возбуждений (такое возможно и для газа, содержащего частицы различного сорта) [125].

Всего насчитывают несколько десятков типов известных / экзотических квазичастиц, введение которых позволяет существенно упростить описание сложных квантовых систем (твёрдых тел, квантовых жидкостей, др.). Среди них, в частности, различные виды: фононов (описывают колебания атомов); магнонов (описывают ориентацию спинов целых атомов и когерентные возбуждения спинов электронов вещества); экситонов (т.е. связанных электрон-дырочных состояний) и биэкситонов (т.е. двух связанных экситонов, «экситонных молекул»); поляритонов (смесей фотонов с некоторыми квазичастицами); поляронов (двигающихся среди ионов вещества заряженных квазичастиц). А также: трионов (т.е. связанных состоянияй двух электронов и дырки, или наоборот); плазмонов (когерентных возбуждений плазмы); электронов в периодическом потенциале (движутся как квазичастицы); дырок (носителей элементарного положительного заряда в полупроводниках); флуктуонов (квазичастиц в неупорядоченных сплавах и подобных системах); дефектонов (описывают поведение дефектов в квантовых кристаллах); орбитонов (элементарных квантов орбитальной волны в твёрдом теле); куперовских пар (состояний связанности двух взаимодействующих электронов); ротонов (вращательных состояний в вырожденных средах, – жидком гелии, др.); примесонов (имеющих примесные атомы в квантовых кристаллах); дроплетонов (совокупностей искусственных квазичастиц, – электронов и дырок в полупроводнике), и др. Кроме того, квазичастицы делят на элементарные (фонон, ротон, плазмон, примесон, электрон, дырка, орбитон, флуктуон / фазон, холон / спинон, квазимонополь) и составные {дроплетон, трион, поляритон, полярон, биротон, куперовская пара, экситоны (Ванье-Мотта, Френкеля), биэкситон, солитоны [ФК-солитон, солитоны в плазме (ионно-звуковые, магнитозвуковые, ленгмюровские), солитон Давыдова]} [126].

Между частицами и квазичастицами существует глубокая связь / аналогия, основанная на корпускулярно-волновом дуализме. Квантово-механическое состояние свободной частицы (*зд*. молекулы газа) описывается монохроматической волной де Бройля. А в кристалле возбуждение одной из локализованных частиц (например, атома, поглотившего фотон) приводит к взаимодействию с соседними частицами и распространению волн возбуждения в виде квазиимпульса (последнее, в первом приближении, позволяет рассматривать возбужденную конденсированную среду как газ из квазичастиц). Столкновения, длина и время свободного пробега квазичастиц происходят в соответствии со специфическими законами сохранения энергии / квазиимпульса, – т.е. при использовании понятий / методов кинетической теории газов. Важное отличительное свойство газа квазичастиц (по сравнению с таковым для обычных частиц) состоит в том, что они могут появляться и исчезать, – т.е. их число, зависимое от температуры (при абсолютном нуле квазичастицы отсутствуют), не сохраняется. С ростом числа квазичастиц возрастает вероятность их столкновений, уменьшается время свободного пробега и, согласно соотношению неопределённостей, увеличивается неопределённость энергии. Само понятие квазичастицы теряет смысл [125].

С помощью квазичастиц нельзя описать все возможные движения: а) атомных частиц в конденсированных средах (например, они непригодны для описания случайного блуждания атомов по кристаллу, т.е. самодиффузии); б) самой конденсированной среды (и даже при низких температурах). С одной стороны, как правило, элементарные акты возбуждения касаются всех атомов тела, но они микроскопичны, и энергия и импульс каждой частицы, – атомного масштаба, когда каждая частица движется независимо от других. С другой стороны, атомы и электроны в такой среде могут принимать участие в движении совершенно другой, макроскопической (гидродинамической) по своей сути природы, – одновременно не теряя своих квантовых свойств (это касается, например, сверхтекучего состояния движения в гелии-2 и электрического тока в сверхпроводниках). Отличительная черта такого движения, – строгая согласованность (когерентность) отдельных частиц друг с другом [125].

Квантовая система газа квазичастиц определяется его энергетическим спектром (совокупностью энергетических уровней) и рассматривается как энергетический спектр кристалла (или жидкого гелия). Как и обычные частицы, квазичастицы могут иметь собственный механический момент (целый, включая нулевой, или полуцелый спины). Это соответствует таким квазичастицам-бозонам (частицам взаимодействия с целочисленным

спином), как фонон, магнон (и др.), – и таким квазичастицам-фермионам (частицам вещества с полуцелочисленным спином), как электроны проводимости, дырки (и др.). Первые рождаются и исчезают поодиночке, и их энергетические уровни соответствуют функции распределения Бозе-Эйнштейна и Больцмана (касается, например, газа электронов проводимости и дырок в невырожденном полупроводнике). Вторые рождаются парами и их энергетические уровни соответствуют функции распределения Ферми; (также класифицируют еще два менее описанных типа квазичастиц: энионы, гипотетические плектоны) [125].

Фононы

Фононы представляют собой распространяющиеся в виде волн-квазичастиц малые упругие колебания атомов в кристалле (при низких температурах это длинноволновые акустические, т.е. обычные звуковые волны, обладающие наименьшей энергией). Фононы – это бозоны, число которых при низких температурах растет пропорционально их (T^3)-функции. При образовании связанных электронных пар (куперовских конденсатов) последние уже не являются фермионами, на них не распространяется принцип Паули, и их спин становится равным нулю. При малых квазиимпульсах энергия фонона выявляет линейную зависимость (касается, в частности, неметаллических кристаллов). В сверхтекучем гелии, основное состояние которого напоминает предельно вырожденный Бозе-газ, и как и во всякой жидкости, фононы распространяются в виде звуковых волн (колебаний плотности атомов), – единственно возможном типе микроскопического движения вблизи основного состояния. То есть фононы гелия подчиняются статистике Бозе, их спектр здесь описывает термодинамические свойства (например, зависимость теплоёмкости от температуры), а дисперсия энергии, и с ростом импульса частиц, отклоняется от линейности. Тем самым, объясняются явления сверхтекучести / сверхпроводимости (*зд*. гелия) [125].

Магноны

Магноны – бозоны, они описывают строго упорядоченную ориентацию спина (собственного момента количества движения) атомного ядра атома, – в частности, в ферромагнетиках, ферримагнетиках и антиферромагнетиках (при температуре

абсолютного нуля, 0ºК). Возбужденные состояния магнитной системы связаны с отклонением спина от т.н. «правильного» положения, первоначально локализованном на определенном атоме, – далее, однако, переносимом от атома к атому. Элементарное возбуждение магнитной системы представляет собой волну поворотов спина (спин-волн квазичастиц магнонов). Влияние малых квазиимпульсов на энергию магнона выражается квадратичной функцией. Это отражается, например, в тепловых и магнитных свойствах ферро- и антиферромагнетиков, высокочастотные свойства которых описываюся как «рождение» магнонов [125].

Экситон

Экситон – элементарный акт возбуждения системы электронов отдельного атома / молекулы, распространяющийся в виде волны в диэлектрике, полупроводнике или проводнике (в частности, в металле), мигрирующей по кристаллу и не связанной с переносом электрического заряда и массы. Экситон представляет собой связанное состояние электрона проводимости и дырки кристаллической решётки, расположенных: а) в одном узле (экситон Френкеля; касается, прежде всего, молекулярных кристаллов); б) или на расстояниях, значительно превышающих междуатомные (экситон Ванье-Мотта). Последний характерен и для полупроводников, имеющих высокую диэлектрическую проницаемость. В объёмных полупроводниках экситон-эффекты проявляются только при глубоком охлаждении образцов (использование затруднено). В тонкоплёночных полупроводниках, наоборот, экситонные состояния при комнатной температуре выражены хорошо. При применении электрооптических переключателей и детекторов излучения это позволяет: а) задавать необходимые размеры (в частности, наноструктурам); б) изменять энергию связи и другие параметры экситонов; в) осуществлять управление экситонами (в низкоразмерных структурах) и физическими процессами с экситонным переходом. Такие процессы изучаются в приборах с использованием экситон-эффектов (область науки и техники соответствует термину «Экситоника»). Последние связаны со сдвигом спектра поглощения экситонов, определяемым внешним напряжением и интенсивностью проходящего через полупроводник света, модулируемого на частоте экситонного перехода. А детектирование излучения происходит за счёт распада на электроны и дырки экситонов, образовавшихся ранее при резонансном возбуждении за счёт излучения. Обработка информации может

происходить в приборах как в присутствии электронного газа, так и со средой экситонного газа: оптических модуляторах, фазовращателях, переключателях, оптических транзисторах, лазерах [125, 127].

Экситон можно считать элементарной (т.е. не сводимой) квазичастицей: а) в тех явлениях, в которых он выступает целым образованием и не подвергается воздействию, способному его разрушить; б) и в тех случаях, когда энергия взаимодействия электрона и дырки имеют тот же порядок, что и энергия их движения, а энергия взаимодействия двух экситонов мала по сравнению с энергией каждого из них. Обычно, экситон имеет незначительную, по атомным масштабам, энергию квазичастицы (в несколько электронвольт). Вклад экситонов в тепловые свойства твёрдого тела мал, но они проявляют себя в оптических свойствах кристаллов. Также очень мало среднее число экситонов, обычно описываемых классической статистикой Больцмана [125, 127].

Электроны проводимости и дырки

Электроны проводимости и дырки (как и экситоны) существуют в твёрдых диэлектриках и полупроводниках, и представляют собой два независимых элементарных акта возбуждения, обусловленых процессами, аналогичными ионизации атома. Дырка указывает на недостаток в атоме электрона и ведёт себя подобно движущейся положительно заряженной частице. Хотя, на самом деле, движение создается волной перезарядки за счет электронов, а не движения положительных ионов. Электроны проводимости и дырки, – фермионы («частицы вещества»), носители электрического тока в твёрдых телах. Полупроводники, у которых энергия ионизации мала, всегда содержат заметное количество электронов проводимости и дырок. Их проводимость падает с понижением температуры (и число данных частиц уменьшается). Кроме того, в оптических спектрах кристаллов эти частицы, притягиваясь друг к другу, могут образовывать экситон Мотта и проявлять себя водородоподобными линиями поглощения.

Поляроны

Поляроны образуются при взаимодействии электрона с колеблющейся решёткой. Это приводит к поляризации ее вокруг электрона. Взаимодействие электронов с кристаллической решёткой бывает настолько сильным, что движение электронов по

кристаллу сопровождается поляризационными волнами (отсюда «поляроны», – двигающиеся заряженные квазичастицы, окружённые в веществе ионами). Электроны проводимости металла, взаимодействующие друг с другом и с полем ионов кристаллической решётки, эквивалентны газу квазичастиц со сложным распределением их дисперсии. Заряд каждой квазичастицы равен заряду свободного электрона, а спин равен 1/2. Динамические свойства поляронов обусловлены собственным законом дисперсии и существенно отличаются от таковых для свободных электронов. Электроны проводимости – фермионы. В пространстве квазиимпульсов, и при «абсолютном нуле» (Т = 0К), они заполняют область, ограниченную Ферми-поверхностью. Возбуждение электронов проводимости означает появлениие пары, состоящей из электрона «над» поверхностью Ферми, и свободным-местом / (дыркой) «под» поверхностью Ферми. Электронный газ квазичастицы (электрона проводимости) сильно вырожден не только при низких, но и при комнатных температурах. Это обстоятельство определяет температурную зависимость большинства характеристик металла (в частности, линейную зависимость теплоёмкости от температуры, стремящейся к нулю, Т → 0К).

Элементарные частицы

Элементарные частицы – обобщенный термин «неделимых» на составные части микрообъектов в субатомном / субъядерном масштабе (атомы состоят из электронов и протонов; нейтроны, кроме водорода-1, также имеются у всех атомов). Некоторые истинно элементарные частицы (электрон, нейтрино, кварки, др.) в настоящее время считаются бесструктурными первичными фундаментальными частицами. К первым трем генерациям таких частиц относят различные:

1) кварки-фермионы (с массой в мега- и гига-электронвольты; зарядом обоих знаков, кратным 1/3 от электрона; и спином 1/2);

2) лептоны-фермионы {с массой в единицы, мега- и гига-электронвольты, зарядом 1 у частиц, и 0 у нейтрино всех ароматов, – электронного (ν_e), мюонного (ν_μ) и тау (ν_τ); спин лептонов 1/2; (масса нейтрино не нулевая, <0,28 эВ для суммы масс всех типов нейтрино, но концентрация такова, что может повлиять на среднюю плотность скрытой / темной материи Вселенной [160]). Различия между кварк-содержащими структурами и лептонами соответствуют изменению типа симметрии данных частиц};

3) бозоны (с массой в 0 и гига-электронвольты; зарядом 0 и плюс / минус 1); каждому виду бозонов (фотонам, глюонам и Z^0-, W^+- и W^--бозонам) соответствуют три разных кварка или три разных лептона; размеры элементарных частиц укладываются в две группы; для адронов (барионов / мезонов) они составляют ~10^{-15} м, что близко к среднему расстоянию между входящими в них кварками.

Размеры фундаментальных бесструктурных частиц, – калибровочных бозонов, кварков и лептонов**,** – в пределах погрешности эксперимента согласуются с их точечностью (верхний предел диаметра составляет около 10^{-18} м; нижний предел может оказаться близким к фундаментальному пределу планковской длины, равной $1{,}6 \cdot 10^{-35}$ м) [131, 145]. При возникновении Вселенной (до момента 10^{-9} секунды) появились элементарные частицы (кварки, антикварки, электроны, позитроны, тау-лептоны, нейтрино, фотоны и другие), многие из которых непрерывно / быстро превращались друг в друга при канализировании путей, соответствующих ограничениям, накладываемым симметрией возникающих объектов (когда комбинации исходных частиц предопределяли число и соотношение последующих возникающих частиц). Реликтовое излучение было последующим постоянным фактором воздействия на частицы [171].

В целом, размер фундаментальных и составных элементарных частиц довольно сложно определить по разным причинам: а) принцип неопределённости не позволяет строго локализовать физическую частицу, когда волновой пакет, т.е. суперпозиция точно локализованных квантовых состояний частицы, имеет определённую пространственную структуру и конечные размеры, которые могут быть макроскопическими; б) физическая частица, создавая вокруг себя «шубу» из кратковременно существующих виртуальных частиц (фермион-антифермионных пар и бозонов-переносчиков взаимодействий), меняет структуру вакуума; пространственные размеры этой области зависят от калибровочных зарядов, которыми обладает частица, и от масс промежуточных бозонов; (причем радиус оболочки массивных виртуальных бозонов близок к их комптоновской длине волны, которая, в свою очередь, обратно пропорциональна их массе) [131, 145].

Таким образом, еще раз, среди фундаментальных частиц следующие:

а) лептоны-фермионы, – точечные, далее не дробимые и не участвующие в сильных взаимодействиях частицы вещества (классифицируют шесть их типов, с размерностью вплоть до масштабов порядка 10^{-18} м); в электромагнитных взаимодействиях участвуют только заряженные лептоны (электроны, мюоны, тау-лептоны), но не нейтрино, учатствующее в слабом гравитационном взаимодействии [160];

б) кварки-фермионы, – дробнозаряженные частицы вещества, входящие в состав адронов (мезонов / барионов); в свободном состоянии не наблюдаются (см. ниже т.н. механизм конфайнмента); как и лептоны, делятся на шесть типов; считаются бесструктурными, но, в отличие от лептонов, участвуют не в слабом, а в сильном взаимодействии;

в) калибровочные бозоны (частицы взаимодействия): фотон (переносит электромагнитное взаимодействие); восемь глюонов (сильное взаимодействие); три промежуточных векторных бозона (W^+, W^- и Z^0, слабое взаимодействие); гравитон (связан со слабым гравитационным взаимодействием) [131, 145].

Другие частицы являются составными, в частности, они формируют ядро атома (протоны / нейтроны), имеют сложную внутреннюю структуру, но, согласно современным представлениям, естественное разделение их на части не происходит из-за невозможности вычленения свободных кварков (основных, вместе с лептонами, единиц вещества) из их агрегатов (т.е. из-за т.н. эффекта конфайнмента). К составным частицам относят адроны, участвующие в сильном фундаментальном взаимодействии. Составные адроны, в свою очередь, образованы кварками, и организованы: а) в целоспиновые мезоны-бозоны (обычные, странные, очарованные и прелестные мезоны); б) в полуцелоспиновые барионы-фермионы (протоны / нейтроны, гипероны). Адроны и лептоны образуют вещество. Калибровочные бозоны, – кванты разных типов взаимодействий (см. ниже) [131].

Частицы второго и третьего поколения не менее реальны, чем в.н. фундаментальные. Возникнув, они за миллионные / миллиардные доли секунды распадаются на обычные частицы первого поколения: электрон, электронное нейтрино, а также u- и d-кварки. Почему в природе существует несколько поколений частиц, – до сих пор не ясно [140]. {{*Коммент. авт.* (выводы): не исключено, это связано со специфическим простанственно-временным поддержанием как изменений абсолютного числа каждой из частиц, включая новые (с одной стороны), – так и, одновременно, с поддержанием постоянства соотношения различных частиц в целой эволюционирующей Вселенной или, по крайней мере, видимой ее части (с другой стороны)}}.

Всего, вместе с античастицами, открыто более 350 элементарных частиц {включая фундаментальные и составные; это т.н. «зоопарк» частиц; ~300 из них относятся к адронам (мезонам / барионам)}. Стабильными являются фотон, электронное и мюонное нейтрино, электрон, протон, гравитон и их античастицы; они имеют практически

бесконечно большое время жизни в свободном состоянии. Все остальные частицы распадаются самопроизвольно, в диапазоне времен от ничтожно малой доли секунды, 10^{-24} – 10^{-22} секунд (для резонансов), – и до ~1000 секунд (для свободного нейтрона). Нестабильные частицы распадаются на другие частицы в свободном состоянии, и за конечное время (все остальные частицы). Элементарные частицы делятся на безмассовые частицы (масса покоя равна нулю: фотон, глюон, гравитон и их античастицы) и частицы с ненулевой массой (все остальные частицы). Бозоны (например, фотон, глюон, мезоны, бозон Хиггса) имеют целочисленный спин, фермионы (например, электрон, протон, нейтрон, нейтрино), – полуцелочисленный спин [131].

Фермионы

Фермионы – элементарные частицы с полуцелым значением спина, описываются антисимметричными функциями (подчиняются статистике Ферми-Дирака, когда в данной минимальной / единичной квантовой системе в одном квантовом состоянии может находиться не более одной частицы), из которых складывается вещество. Фермионами являются все частицы вещества, – лептоны {электрон, мюон, тау-лептон и соответствующие им три типа нейтрино, – ν_e, ν_μ, ν_τ; (предполагают также существовоание т.н. «стерильного» нейтрино [160])} и кварки (которые включены в адронный состав протонов / нейтронов, т.е. барионов, и некоторых мезонов) [139]. Таким образом, фермионы составлены из 12 ароматов, поделенных на 3 семейства (поколения) по 4 частицы в каждом. Шесть из них, – кварки (три поколения по два кварка), другие шесть, – лептоны (три из них нейтрино, а оставшиеся три несут единичный отрицательно заряженные частицы: электрон, мюон и тау-лептон). То же относится и к 12 фермионным античастицам (к которым относят позитрон, положительно заряженные мюон / тау-лептон; три соответствующих вида антинейтрино; и три поколения антикварков, по отношению к кваркам u / d, c / s, и t / b). Симметрия между кварками и лептонами проявляется в электромагнитном взаимодействии (в частности, между кварками протона и электроном) [131].

Бозоны

Бозоны – частицы взаимодействий с целым значением спина (обычно 0 и 1); квантово-механические бозе-частицы, аналоги классического идеального бозе-газа. Различают бозоны: а) элементарные (фотоны, глюоны, векторные W- / Z-бозоны слабого взаимодействия, – все имеют спин 1; бозон Хиггса, ответственный за механизм появления масс в электрослабой теории, спин 0; гравитоны, спин 2; заряженными являются только $W^{\pm}$-бозоны, которые – сами себе античастицы); эти бозоны несут кванты калибровочных полей, осуществляющих / направляющих взаимодействие элементарных фермионов (лептонов и кварков); б) составные бозоны (мезоны, – двухкварковые связанные состояния; значения спинов не ограничено: 0, 1, 2, 3, и т.д.); в) и квазиэлементарные частицы (например, фононы / экситоны в соответствующих средах; см. выше); г) бозонами являются также ядра с чётным количеством нуклонов (протонов и нейтронов). Калибровочные бозоны (фотоны, глюоны, векторные бозоны, гравитоны) необходимы для обмена взаимодействиями между материальными частицами и создания «поля сил». Стабильным бозоном (из известного на сегодня) является только безмассовая частица фотон, всегда перемещающаяся со скоростью света. Системы из многих бозонов описываются симметричными относительно перестановок частиц волновыми функциями. Бозоны, в отличие от фермионов, подчиняются статистике Бозе-Эйнштейна, допускающей нахождение неограниченного количества одинаковых частиц в одном квантовом состоянии (данной минимально-единичной квантовой системы). Например, множество фотонов, находящихся в одном состоянии, образуют магнитное поле вокруг магнита, электрическое поле вокруг электрического заряда и формируют пучки света в лазере. Бозонные звёзды (в том числе сверхмассивные), как предположительные объекты, могли сформироваться в результате гравитационного коллапса на ранних стадиях развития Вселенной (после событий сингулярности). Не исключено, что они пребывают в центре галактик, объясняя тем самым активность их ядер, и пока рассматриваются в качестве возможных составляющих темной материи [139, 144].

Принципиальное различие («одно из») между двумя основными классами частиц, бозонами и фермионами, состоит в том, что одинаковые бозоны могут налагаться друг на друга или перекрываться (в дискретных энергетических состояниях этих частиц взаимодействия, на которые квантовая механика делит природу). А одинаковым фермионам (частицам вещества) это запрещено в соответствии с принципом Паули: в одну минимальную квантовую систему можно поместить сколько угодно одинаковых

бозонов, но только один фермион. Электрон (фермион), вращаясь вокруг ядра атома, может обращаться только по дискретному ряду разрешенных состояний, т.е. орбиталей. В первой орбитали имеются два разрешенных состояния с разными моментами импульса, а в более высоких орбиталях, – восемь и более (наблюдается при переходе от атома одного элемента к другому / соседнему по периодической таблице Менделеева). Это предопределяет химические свойства / взаимодействия атомов веществ. Другое принципиальное и экспериментально подтвержденное различие состоит в том, что, хотя фермионы и бозоны имеют спин (собственный момент импульса частицы, т.е. способность к вращению вокруг своей оси; суммарный же импульс характеризует поступательное движение), его значение у первых всегда полуцелочисленно («фермионно»; для лептонов / кварков, обычно, 1/2), а у вторых целочисленно («бозонно»; для всех бозонов обычно 1, для гравитона 2). И в любых взаимодействиях обе величины сохраняются [139].

В целом, можно резюмировать, что во всех случаях любые взаимодействия возникают вследствие обмена различными бозонами между различными же фермионами. Так, цвет-опосредованное сильное взаимодействие между двумя кварками-фермионами возникает за счет обмена глюонами-бозонами (характерно, например, для протонов / нейтронов в атомных ядрах). Аналогично, фотоны могут быть отданы / приняты электронами и могут создавать ЭМ-силы притяжения / удержания электронов в атоме. А в.н. промежуточные векторные бозоны (W^+, W^- и Z^0) могут быть отданы / приняты лептонами и кварками (фермионами) в процессе слабых взаимодействий, ответственных за превращение протонов в нейтроны (в частности, при термоядерных реакциях в звездах). Все это элементы т.н. калибровочных теорий (по отдельности, – и независимо для сильного, слабого, электромагнитного и, отчасти, гравитационного взаимодействий), пока не сведенных в теорию единого взаимодействия («теорию Всего») [139]. Такую теорию поддерживает факт присутствия частиц, в частности кварков, вступающих во все четыре фундаментальных типа взаимодействий.

Кварки

Кварки – фундаментальные частицы, которые обладают дробным электрическим зарядом (кратным одной трети электрона, e / 3) обоих знаков, в свободном состоянии не наблюдаются, входят в состав сильно взаимодействующих частиц адронов (таких как

протоны / нейтроны, др.) и считаются бесструктурными, на данный момент, точечными частицами {показано для масштаба вплоть до ~10^{-16} см (т.е. они в ~20 тысяч раз меньше протона)}. Из них (пар кварк / антикварк) состоят все мезоны, барионы (из трех кварков) и резонансы [134]. Известно шесть разных типов («сортов», «ароматов», «цветов») кварков и антикварков, разбитых на три поколения. Первое поколение: нижний кварк (d = down: D_R, D_Y, D_G; n-нейтронный; заряд −1/3; масса 4,8 ± 0,3-0,5 МэВ/с²) и верхний кварк (u = up: U_R, U_Y, U_G; p-протонный; заряд +2/3; масса 2,3 ± 0,5-0,7 МэВ/с²). Второе поколение: странный (s = strang: S_R, S_Y, S_G; −1/3; 95 ± 5) и очарованный кварки (c = charm; +2/3; 1275 ± 25). Третье поколение: прелестный (b=bottom: B_R, B_Y, B_G; −1/3; 4180 ± 30) и истинный кварки (t = true = top: T_R, T_Y, T_G; +2/3; 173 340 ± 710). Относительно «легкими» считаются u-, d- и s-кварки, а s-, c- и t-кварки, – относительно тяжелыми. Структурная масса кварка вместе с массой глюонного поля вокруг кварка характеризует массу адронов и их кваркового состава. В каждом поколении один кварк обладает зарядом +2/3, а другой −1/3 (разбивка на поколения присутствует также и у лептонов). Калибровочное описание сильного взаимодействия также потребовало постулата о том, что кварки обладают дополнительной внутренней характеристикой («цветностью»). Все кварки и антикварки имеют квантовые числа с противоположными значениями. Кварки участвуют во всех четырех типах взаимодействий: сильных (возможны обмен глюоном и изменение u-, d-, s-, c-, b-, t-цветов, но не аромата, знак которого совпадает с таковым для электрического заряда кварка); слабых (наоборот, возможно изменение значения аромата, но не цветности); электромагнитных и гравитационных. При сильном взаимодействии одиночные кварки неразделимы и не могут существовать / наблюдаться в свободном виде (см. выше явление конфайнмент). Разлететься могут только адроны, – «бесцветные» комбинации сочетаний кварков. Предполагают, что взаимодействия кварков инвариантны относительно группы изоспиновых преобразований [134]. Масса относительно «легких» типов кварков, при выражении в энергетических единицах, сравнима с энергией связи, удерживающей их в адроне вместе. В результате в обычном адроне они движутся со скоростями, близкими к скорости света [155].

Существуют несколько причин / доказательств, из-за которых ненаблюдаемые в свободном виде кварки (расшифровываемые как «субадронная степень свободы»), все-таки, являются реальными частицами:

1) многочисленные адроны способны самообъединяться / классифицироваться в мультиплеты / супермультиплеты с участием, как и предполагалось, частиц-барионов (имеющих три степени свободы) и частиц-мезонов (с двумя степенями свободы);

2) каждой степени свободы можно приписать спин 1/2 (для u- и d-кварков; у остальных кварков он равен нулю), а каждой паре кварков, – орбитальный момент вращения частиц друг относительно друга; это объясняет разнообразие сочетаний спинов и магнитных моментов адронов;

3) каждый вновь открытый адрон удачно вписывался в уже существующую кварковую конструкцию без необходимости перестроек (до момента добавления новых кварков);

4) при аннигиляции высокоэнергетических электрона и позитрона сначала рождаются пары кварк-антикварк, превращающиеся затем в адроны; расчет показал, что этот процесс возможен только в случае дробного размера заряда у кварков;

5) оказалось, что импульс в протоне не распределен равномерно, а рассосредоточен по частям-«партонам» (part, часть), которые, в первом приближении, обладали спином 1/2 и аналогичными для кварков зарядами, и, которые, ожидаемо увеличивались в количестве с ростом энергии (при экспериментах на ускорителях высокой энергии);

6) при экспериментальной бомбардировке частиц на в.н. ускорителях появление адронных струй, предсказанных кварковой теорией, было бы невозможным, если бы протоны не состояли из адронов, образованных отдельными кварками;

7) показано, что скорость движения протона при в.н. высокоэнергетических столкновениях оказывается точно такой, какой она должна быть у объекта, состоящего из трёх кварков;

8) столкновение высокоэнергетических протонов вело к аннигиляции кварка одного протона с антикварком другого протона и образованию пары мюон-антимюон;

9) кварковая модель хорошо объясняет расщепление масс между: а) членами декуплета с позиций взаимодействия кварков между собой и при помощи глюонов; б) между барионами;

10) эта модель удовлетворительно (т.е. в соответствии с экспериментально полученными значениями) предсказывает величины отношений: а) магнитных моментов протона и нейтрона; б) а также магнитных моментов гиперона и протона.

В целом, гипотеза кварков, как и следствия ее положений, является наиболее консервативным резюмированием, способным объяснить имеющиеся экспериментальные данные относительно строения адронов [134].

Вне такого подхода описание многочисленных экспериментов, органично описываемых кварковой моделью, будет существенно затруднено или невозможно. Одновременно, остаются открытые и требующие более глубокой разработки вопросы, причинно связанные: 1) с числом «цветов» / поколений кварков, в обоих случаях, почему-то, равным трем и совпадающим с размерностью пространства в нашем мире (кварки и антикварки могут нести по три типа, соответственно, цветового и антицветового заряда [147]); 2) с сильным разбросом величин масс кварков; 3) с составом самих «неделимых» кварков; 4) со способом / причиной формирования адронов из кварков [134].

Кроме того, допускают, что интеграционная самосборка квазичастиц в кварки / антикварки осуществляется не глюонами, а монополями, способными гранулироваться, конденсироваться и притягиваться. Это касается будущих долговечных частиц, протонов и иначе образуемых электронов, время жизни которых составляет, соответственно, ~10^{31} и ~5,10^{21} лет (что на много порядков больше возраста нашей Вселенной, исчисляемого ~10^{10} лет), – и менее долговечных частиц (нейтронов, др.). В результате «слипания» двух монополей, образуется чуть больше кварков, а антикварки являются результатом «налипания» монополей на кварки. Впоследствии это вызывает спонтанную нарушенную симметрию: после аннигиляции частиц / античастиц часть кварков остаётся свободной и служит причиной спонтанного нарушения симметрии в неоднородной Вселенной, – системе, с казалось бы исходно симметричными законами и начальными условиями, но несимметричными конечными / промежуточными состояниями, характерными для переходов к меньшим энергиям. Трение протонов и электронов способно генерировать низкотемпературную и высокотемпературную плазму, характеризуемую турбулентными и разноразмерными / разномощностными вихрями, рождающими центрифуги с центробежными и центростремительными силами. Часть в.н. частиц (касается нейтронного звездного вещества, пульсаров) стремится к периферии, а другая – к центру, где, под действием огромных температур и давлений, эти частицы превращаются в нейтроны. На периферии (и при в.н. условиях) электроны / нуклоны могут самособираться в атомы / молекулы водорода (до сих пор обнаруживаемые в различных частях Космоса в виде гигантских облаков). Избыток тех или иных частиц связывают с возможной незначительной асимметричностью начальных условий, особенностями динамики взаимодействий исходных частиц, незначительными отличиями в количестве образующихся частиц (включая простые / сложносоставные) и античастиц в рождающейся, возможно в очередной раз, Вселенной. Впоследствии регистрируют

появление множества типов различных симметрий: зеркальной; право / лево-вращающей оптической; различные виды химической / стереохимической асимметрий, и т.д. В целом, асимметрия – не случайность, не стохастическая аномалия, а, возможно, закономерно программируемое свойство, возникающее при рождении системы, нового цикла развития (или ее части), связанных с налагаемыми на систему запретами, когда после первичного взрыва возникает характерная спиралеобразность (выявляемая, в том числе, через миллиарды лет в спиралевидной структуре растений, насекомых, животных и людей [184]). Отсутствие в.н. избыточности частиц чревато их полной аннигиляцией, – с последующим заполнением Вселенной фотонным газом (являющимся вероятной и нуждающейся в преобразованиях первоосновой вновь появляющейся / эволюционирующей Вселенной) [147, 165].

Существующие вертикальная (кварки↔адроны) и горизонтальная (кварки↔ лептоны) симметрии, но не какие-либо экспериментальные противоречия, заставляют подозревать, что кварки могут сами состоять из чего-то более простого, – например, гипотетических преонов, из которых могут формироваться, по крайней мере, кварки и лептоны (не исключено, и некоторые бозоны [135]). Другой подход связывают с построением т.н. «теории Великого объединения» (сильного / электрослабого взаимодействий; и в едином описании лептонов / кварков). Серьёзные экспериментальные успехи и распространенность таких теоретических построений, однако, только ожидаются [134].

Разработка в.н. преонных моделей пока ограничивается, в основном, феноменологическими построениями без рассмотрения динамики преонов («предкварков», которые также именовались как субкварки, маоны, альфоны, кинки, ришоны, твидли, гелоны, гаплоны и Y-частицы). Исследования возможных наблюдаемых последствий их существования усилились с ослаблением разработок / интереса к теории струн. Работы по преонным (и другим) моделям мотивировались желанием уменьшить число свободных параметров Стандартной модели (СМ) за счет перехода на более глубокий структурный уровень [135]. Для этого необходимо было решить ряд проблем (часть которых таковыми и оказались в дальнейшем): 1) минимизации числа элементарных частиц за счет объединения подобных частиц в одну (например, электрона / позитрона, разница в знаках заряда которых могла бы объясняться соответствующими структурными различиями); 2) в случае, например, фундаментальных фермионов, классифицируемых в нескольких семействах / поколениях, более сложные / составные

нестабильные частицы (и подобно атомам-изотопам с бóльшими массами, распадающимся на относительно более стабильные и легкие химические элементы) могут оказаться производными стабильных частиц первого поколения, имеющих иную внутреннюю структуру; 3) преонные модели могли бы служить переходным элементом между трудно согласующимися с теорией тяготения теориями элементарных частиц; 4) искомая теория должна: а) иметь меньшее, чем СМ, число экспериментальных входных параметров; б) объяснить происхождение большинства входных параметров СМ (например, масс и электрических зарядов частиц); 5) в преонных моделях можно количественно объяснить огромный разброс в массах фундаментальных частиц СМ {в несколько порядков, например, для электронного нейтрино, с практически нулевой массой; и t-кварка с бесструктурным сгустком массы в ~190 таковых у протона (t-кварк настолько «тяжел», что топоний, т.е. его пара с t-антикварком, уже не образует связанных состояний и распадается под действием слабых сил [154, 156])}; 6) необходимо создание теоретической базы для расчета периодов полураспада нестабильных фундаментальных частиц; 7) необходимо обоснованное объяснение наблюдаемому числу семейств фундаментальных фермионов; 8) необходимо альтернативное объяснение процессу нарушения симметрии электрослабого взаимодействия; 9) желательно / необходимо объяснение феноменологии фундаментальных частиц в пределах трех пространственных измерений и без использования гипотетических объектов, не подтверждаемых экспериментально; новая теория должна: 10) естественным образом включать в себя осцилляции нейтрино (т.е. взаимопревращения разных видов лептонных нейтрино [160]) и их ненулевые массы; 11) помочь в поисках частиц-кандидатов на роль скрытой массы и воспроизвести наблюдаемый спектр фундаментальных частиц (что мало приемлемо для моделей с использованием, например, суперсимметрии); 12) др. [135].

Однако, существование преонов связано с некоторыми противоречиями: 1) композитные кварки и электроны, с относительно небольшими массами, должны состоять из более мелких частиц, имеющих, в то же время, на много порядков бóльшие энергии-массы из-за их огромных импульсов; (парадокс преодолевается путём отрицания того, что преоны являются точечными объектами, заключенными в пределах объёма 10^{-18} м; наоборот, существование преонов связывают с особыми геометрией и топологией складок пространства-времени, когда они объединяются по трое и взаимодействуют подобно точечным структурам, переплетенным в виде связанных состояний троек); 2) любая

преонная модель должна объяснить хиральность частиц; 3) и т.д. После обнаружения бозона Хиггса, однако, интерес к преонам значительно снизился [135].

Глюоны

Глюоны – частицы-переносчики (фундаментальные) сильного взаимодействия, векторные калибровочные бозоны, отвечающие за сильное цветовое ядерное взаимодействие («склеивание») между кварками, самими глюонами и ими обоими в КХД (квантовой хромодинамике). Сильные взаимодействия, – одна из наиболее разработанных и бурно развивающихся областей теоретической физики элементарных частиц. Составленные из кварков и глюонов частицы называются адронами (это барионы, т.е. кварк-глюоны; и мезоны, кварк-антикварк-глюоны). В последние десятилетия была развита теория цветных сил между кварками, напоминающая КЭД и называемая квантовой хромодинамикой (КХД). Но если КЭД описывает взаимодействия электрически заряженных частиц (двух знаков), то КХД описывает силы, возникающие между частицами, имеющими разные (т.н. цветные) заряды, которых у кварков всего три сорта (условно, красный, синий и зеленый), а у глюонов восемь (см. ниже). Постулируется, что каждый кварк обладает новым внутренним квантовым числом (условно называемым цветом) и, в дополнение к уже имеющимся степеням свободы, кварку приписывается определённый вектор состояния в комплексном трёхмерном цветовом пространстве. Взаимодействие кварков при этом описывает возникающее и квантованное глюонами калибровочное поле. Глюоны взаимодействуют со всеми кварками с одинаковой силой. Но сами глюоны также обладают цветом и могут взаимодействовать друг с другом, формируя трёхглюонные и четырёхглюонные вершины (в КХД). {Заметим, что гравитационное взаимодействие обычно не упоминается, т.к. оно присуще всем частицам, включая глюоны, но их массы обычно малы и влияние взаимодействия часто не учитывается. А фотоны в квантовой электродинамике (КЭД) электрически нейтральны и на этой основе не взаимодействуют друг с другом; с другой стороны, в КХД бозоны, в отличие КЭД, друг с другом взаимодействуют}. Кванты глюонов в КХД также электрически нейтральны (связывают в.н. бесцветные кварки), но несут цветовой заряд, одновременно перенося и участвуя в сильных взаимодействиях (обмен глюонами характерен для обладающих цветными зарядами кварков / антикварков; из последних частиц составимы комбинации, обладающие «нулевым» цветом, т.е. бесцветностью). Это

взаимодействие («неэлементарное») является неизбежным следствием наличия сильного взаимодействия между частицами и функционирует в масштабах порядка размера атомного ядра и менее; (аналогом являются ван-дер-ваальсовы силы межмолекулярного / межатомного слабого электромагнитного взаимодействия между диполями трех видов). При этом оно отвечают за связь, во-первых, между кварками (в адронах) и, во-вторых, притяжение между нуклонами (барионными протонами / нейтронами) в ядрах, связываемых процессом обмена частицами-мезонами. Последние, пи-мезоны / пионы, испускаются одним нуклоном и поглощаются другим, – подобно обмену виртуальным фотоном при ЭМ-взаимодействии. Численный коэффициент «эффективности» испускания пиона много больше такового при ЭМ-взаимодействии (что определяет «силу» сильного взаимодействии).

Важнейшим свойством КХД является антиэкранировка заряда частиц, когда их групповые, {т.н. SU(3)}-свойства, приводят к уменьшению константы связи сильного взаимодействия с уменьшением расстояния между кварками (на очень малых расстояниях друг от друга их можно, в первом приближении, считать невзаимодействующими), – и, наоборот, росту константы при удалении кварков друг от друга. Конфайнмент «не позволяет» кваркам удалиться друг от друга на расстояние, заметно превышающее радиус порядка 1 фм. Это, однако, не касается не связанных глюонными полями бесцветных состояний, отождествляемых с адронами, когда взаимодействие все же возможно, – но за счёт обмена не глюонами, а другими адронами. Например, при низких энергиях наиболее сильным оказывается обменное пи-мезонное взаимодействие, удерживающее нуклоны в ядрах от разлетания (его называют «остаточным», – подобно ван-дер-ваальсовому взаимодействию у нейтральных атомов). Движению нуклонов в ядре приписывают релятивистский характер. В случае электромагнитных сил сущестует только один их переносчик (фотон, КЭД). Цветные силы сильного взаимодействия передаются восемью независимыми типами переносчиков, – глюонами глюонных полей {соответстсвует размерности в.н. SU(3)-группы}. Каждый тип глюонов задаёт определённый вид вращения в цветовом пространстве. Глюоны обладают спином равным единице, нулевым изоспином, отрицательной внутренней чётностью и нулевой массой покоя; бесцветные глюоны являются античастицами самим себе. Так, например, в протоне (общий заряд +1) имеются: а) три кварк-частицы с дробными зарядами (две с зарядом +2/3 и один −1/3); протон и кварки не имеют гладкой поверхности; б) уплотнённая и электронейтральная, т.е. «+/−»-сбалансированная и лишенная магнитной компоненты, «рыхлая» по́левая

субстанция (и для пропускания сквозь себя электронов, позитронов и ЭМ-взаимодействий), – т.н. волновая синусоидальная структура глюонов (которые, оказалось, составляют более 90% массы протона). Последняя ориентирована отрицательной поляризацией к центру, и положительной – к поверхности протона (в нейтроне наоборот). Глюоны несут ненулевой цветовой заряд и могут быть осмыслены как носители одновременно цвета и антицвета, – или как объяснение изменения цвета кварка во время взаимодействий. Кварк может непрерывно испускать и затем поглощать глюоны, которые эффективно распределяют свой цветной заряд по некоторой области пространства (проявляя т.н. свойство асимптотической свободы). По мере сближения частиц или частиц / античастиц кварков действующие цветные силы между ними ослабевают и становятся похожими на кулоновскую силу, обратно пропорциональную квадрату расстояния.

Экспериментальное доказательство существования глюонов связывают: а) с обнаружением их вместе с кварками в связи с событиями трех адронных струй (на электрон-позитронном коллайдере PETRA, 1979); б) с косвенным доказательством, полученным количественным анализом процесса глубоко неупругого рассеяния электронов на протоне / нейтроне (в лаборатории SLAC, 1969); в) с получением кварк-глюонной плазмы (на релятивистском коллайдере тяжёлых ионов RHIC, 2005). Хотя фундаментальная природа сильных взаимодействий понята (цветовое взаимодействие между кварками и глюонами, описываемое КХД), математические законы, выражающие её, очень сложны и во многих случаях вычисления из первых принципов оказываются пока невозможными. Возникающая картина оказывается эклектичной: математически строгие вычисления соседствуют с полуколичественными подходами, основанными на квантовомеханической интуиции, которые, однако, хорошо описывают экспериментальные данные. В КХД фундаментальными степенями свободы являются кварки и глюоны, функция взаимодействия которых, т.е. лагранжиан эволюции системы, описан. К основным группам адронных реакций относятся: а) жёсткие (с основной ролью кварков / глюонов в рамках теории возмущений); б) полужёсткие (с бесконечным числом членов ряда теории возмущений); в) низкоэнергетические адронные реакции (со связанными состояниями кварков / адронов); г) статические свойства адронных реакций (определяются с использованием разных конкретных подходов) [147, 148, 155, 162].

Адроны

Адроны – класс элементарных составных частиц вещества (переводятся как крупные, массивные, тяжелые), подверженных сильному взаимодействию, в процессе которого они сохраняют свои те или иные квантовые числа (т.н. «странность», «очарование», «красоту», «истинность»). Адронами являются мезоны и барионы. Адроны были предложены при переходе к кварковой теории (см. ниже). Процесс формирования адронов, которые сами заряд-цветонейтральны и состоят из «цветных» объектов (кварков, восьми глюонов), называется адронизация [132]. К классу адронов относят ~300 частиц (из ~3,5 сотен общего числа известных элементарных частиц), участвующих в сильном взаимодействии и относящяхся к мезонам (частицам с целочисленным спином; это пионы, каоны, эта-мезон, др.) и барионам (частицам с полуцелочисленным спином; это протон, нейтрон и несколько гиперонов).

Разные типы адронов имеют специфические свойства:

а) **барионы** (сильно взаимодействующие фермионы), состоящие из трёх кварков трёх цветов, образующих т.н. бесцветную комбинацию. Из них построена подавляющая часть вещества, – нуклоны ядра атома: протон является самым легким, протоны / нейтроны наиболее стабильными из барионов; нейтрон подвержен бета-распаду, время его жизни ~1000 секунд. Более тяжёлые барионы кроме u- / d-кварков содержат также s-кварки («странные») и распадаются на многие порядки быстрее, в диапазоне времени 10^{-23}-10^{-10} секунды. Обычные барионы (фермионы) содержат каждый по три валентных кварка или три валентных антикварка. Например, нуклоны имеют кварковый состав «uud» и «udd», соответственно, для протона с зарядом «+»1 (+2/3 +2/3 –1/3 = +1) и нейтрона с зарядом «0» (+2/3 –1/3 –1/3 = 0), спин равный 1/2, нулевую странность и массу в ~940 МэВ. Вместе со своими короткоживущими возбуждёнными состояниями нуклоны ядра атома относятся к группе N-барионов. К барионам относятся также многочисленные гипероны, – более тяжёлые и нестабильные частицы, получаемые на ускорителях элементарных частиц. Они содержат, как минимум, один странный s-кварк, но не содержат более тяжёлых кварков. К основным барионам относят (по мере возрастания массы): протон, нейтрон, лямбда-барион, и гипероны (сигма- / кси- / омега). Масса тяжелого омега-гиперона (3278 масс электрона) почти в 1,8 раз больше массы протона. Существование барионов из пяти кварков (т.н. пентакварков) доказано, а барионов из семи и большего числа кварков предполагается. Семейство барионов, кроме нуклонов, содержит также группы Δ-дельта, Λ-лямбда, Σ-сигма, Ξ-кси и Ω-омега барионов. Среди этих барионов имеются те, что

содержат два или три в.н. кварка. Из разных сочетаний двух или трёх кварков (u-, d-, s-) формируются барионные мультиплеты, напрмер: 1) т.н. декуплет с общим / итоговым спином 3/2 (всего 10 разных вариантов с различными спинами, включающих: четыре Δ-бариона, три Σ- и два Ξ-возбужденных гиперона, и один Ω-гиперон); 2) а также октет (включает 8 разных вариантов барионов с различными спинами: три Σ- и два Ξ-возбужденных гиперона, и по одному Λ-, n- и p-барионам) с общим / итоговым спином 1/2. В в.н. группах распад барионов, часто имеющих специфические значения спинов и странности, может вести к появлению таких частиц, как: 1) нуклоны / пионы (из Δ-барионов, за 10^{-23} сек); 2-3) протоны / отрицательные-пионы или нейтроны / нейтральные-пионы (из Λ-барионов; и с участием не только u-, d- или s-кварков, но и, иногда, «очарованного» c-кварка или «прелестного» b-кварка; за $2{,}6 \cdot 10^{-10}$ сек); 4-5) Λ^0-барионы / фотоны и пионы / нуклоны (из Σ-барионов, соответственно, за $6 \cdot 10^{-20}$ и 10^{-10} секунд); 6) пионы / Λ^0-гипероны (из Ξ-барионов, за 10^{-10} сек); и 7) других, куда входят такие сочетания частиц, как Λ^0-гиперон / отрицательный-каон, Ξ^0-барион / отрицательный-пион, и др. Кроме в.н. групп в подобных процессах участвует также широкий спектр короткоживущих возбуждённых состояний этих барионов. В большинстве случаев лёгкие барионы в основном состоянии распадаются за счёт слабого взаимодействия, время их жизни относительно велико (кроме Σ^0-гиперона). Эти барионы (т.е. гипероны, Δ-барионы и нуклоны), и в зависимости от спина, входят в состав одного из двух мультиплетов: а) декуплета со спином 3/2 (Δ-барионы, Ω-гипероны и возбужденные-состояния Σ- и Ξ-гиперонов); б) и октета со спином 1/2 (нуклоны, Σ-, Λ- и Ξ-гипероны). Из барионов-нуклонов (нейтронов, протонов) и электронов состоит т.н. барио́нная материя, – привычная форма материи, вещество (барионная антиматерия соответствует антивеществу). В замкнутой системе сохраняется (обычно, но не всегда) величина разности количества барионов и количества антибарионов (соответстсвует эмпирически установленному закону сохранения барионного числа). Причины такого сохранения не установлены, но с каким-либо калибровочным полем, подобным электрическому, они не связаны. При несохранении барионного числа, протон (самый лёгкий из барионов) теоретически может распадаться, обнаруживая нижнее ограничение, – в зависимости от канала распада и времени его жизни (в интервале 10^{29}-10^{33} лет). К другим процессам, не сохраняющим барионное число, относят, например, нейтрон / антинейтронные осцилляции. Барионы, вместе с мезонами, состоящими из чётного числа кварков (см.

ниже), составляют группу элементарных частиц, участвующих в сильном взаимодействии (в.н. адронов) [132, 133, 143];

б) **мезоны**, – составные кварк / антикварк-глюонные частицы (вещества / взаимодействия), «составные фермион-бозонные образования», состоящие из четного числа пар (обычно одной) кварков / антикварков, называемых валентными, со спином 1/2 (суммарный спин равен 1 или 0, соответственно, для частиц с параллельными или антипараллельными спинами); и глюонов (см. ниже). К ним относятся: пионы (π-мезоны, π^+ / π^-), каоны (K-мезоны, K^+ / K^-) и многие более тяжёлые мезоны {эта-мезон, η^0; ро-мезон, ρ^+ / ρ^-; фи-мезон, φ; D-мезон, D^0 / D^+ / D^-; J / ψ-мезон (исторически это 1^3S_1 форма ψ); B-мезон, B^0 / B^+ / B^-; ипсилон-мезон, Y}. Валентные кварки могут существовать в виде суперпозиции состояний с разным ароматом. Например, нейтральный пион (π^0) не является ни парой uū, ни таковой же в отношении dđ-кварк / антикварковой пары, а представляет собой суперпозицию обоих. Мезоны с нулевым спином формируют т.н. нонет (каждый мезон, обычно и в рамках кварковой модели, представлен ароматическим нонетом, – суперпозицией октета с ароматическим синглетом). Всего в настоящее время, и вместе с другими частицами со странными свойствами, насчитывают более сотни различных мезонов. Все мезоны нестабильны. Способы именования мезона разделяются на две категории, в зависимости от того, имеет он аромат или не имеет (у последних все квантовые числа ароматов равны нулю; эти мезоны являются состояниями либо кваркония, с одинаковыми по аромату кварк-антикварковыми парами, либо линейными комбинациями таких состояний). Имя мезона определяется его суммарным спином (S) и суммарным орбитальным угловым моментом (L) {данное орбитальное квантовое число появляется за счет вращения одного кварка вокруг другого}, причем, обычно, больший орбитальный момент (L) проявляется в виде большей массы мезона. Эти два квантовых числа (S и L) определяют чётность (P), а для нейтральных мезонов, – и зарядово-сопряжённую чётность мезона (C). С различным сочетанием значений полного углового момента (J; упрощенно, в диапазоне |L−S| / |L+S|, с шагом единица) и чётности (P) связано появление названий у таких типов мезонов, как: а) векторные (более тяжёлые, с параллельными спинами у кварков); б) псевдовекторные {с минимальной энергией покоя и антипараллельными спинами у кварк / антикварковой пары; например, это вероятный резонанс Z4430, сходный по массе, ширине и ψ(2S)-направлении распада с резонансами Y4360 и Y4660}; в) скалярные (для частиц с $J^P=1^-$); г) псевдоскалярные (для частиц с $J^P=0^-$, суммарным спином 0 в паре, и минимальной

энергией покоя), – а также те, у которых спин складывается с орбитальным угловым моментом (т.е. высокоэнергетические векторные и псевдоскалярные). Изначально считалось, что мезоны состоят из: 1) валентных пар кварк / антикварк в «чистом» виде или в виде суперпозиции состояний с разным ароматом (в их число входят пион, каон, J / ψ- и многие другие типы мезонов); 2) множества виртуальных кварк-антикварковых пар и виртуальных глюонов. Исходно предсказывалось, что мезоны являются частицами, переносящими силу связывания протонов / нейтронов. В моделях ядерных сил между нуклонами возникает сильное взаимодействие, переносимое мезонами. Недостаточно прояснен пока вопрос существования т.н. экзотических мезонов: а) тетракварков, состоящих из двух валентных кварков и двух валентных антикварков, разбитых на две отдельные пары кварк-антикварк; б) и глюбол / глюония, – связанных / функционирующих состояний глюонов без валентных кварков; глюболы (дополнительные частицы вне в.н. нонета), – ароматические синглеты, т.к. имеют нулевые соответствующие квантовые числа (изоспин, странность, очарование, прелесть и истинность). Энергетический статус экзотических мезонов в основном состоянии (с квантовыми числами $0^{-/+}$, $1^{-/+}$, $1^{-/-}$ и $2^{-/+}$) несколько ниже 2 ГэВ. Некоторые комбинации состояний, напрмер ($0^{-/-}$, $0^{+/-}$, $1^{-/+}$, $2^{+/-}$, $3^{-/+}$ и др.), являются запрещенными. Гибридные мезоны состоят из одной и более кварк / антикварковых пар и одного / более реальных глюонов (рождение / распад гибридных состояний с возбужденными глюонами пока плохо описаны). Для гибридного мезона (с экзотическими квантовыми числами $1^{-/+}$) такой статус находится на уровне 1.9 ± 0.2 ГэВ. При вычислениях на решётках смешанные мезонные состояния не включались, т.к. не учитывались состояния виртуальных кварков. Все эти состояния классифицируются как мезоны, т.к. являются адронами с нулевым барионным числом. Но пока в.н. состояния (глюбола, тетракварк или гибридный мезон) остаются во многом неясными / умозрительными категориями (т.е. даже при согласии, что одно из состояний является мезоном за рамками кварковой модели, степень смешанности и классификация его затруднена имеющимися неопределённостями). Представления об экзотических мезонах формируются с применением некварковых моделей (с набором квантовых чисел, невозможным для кварков; «другие особенности» см. выше). Все мезоны цветонейтральны и нестабильны. Масса мезона (теоретически она должна была быть у частицы «средней»), но не энергия связи, много меньше суммы масс составляющих его кварков, между которыми и возникает в.н. связь / взаимодействие (т.е. большая часть массы мезона происходит из энергии связи, а не из суммы масс

составляющих его частиц). Первоначально открытый μ-мезон (мюон) реально оказался лептоном. Пион является переносчиком сильных ядерных взаимодействий на расстоянии ~$1{,}46 \cdot 10^{-15}$ м, а на меньших расстояниях существенный вклад в них вносят более тяжёлые мезоны (ρ-, φ-, ω-мезоны, и др.). Среди гибридных мезонов уже выявлены пять изоскалярных резонансов, – $f_0(600)$, $f_0(980)$, $f_0(1370)$, $f_0(1500)$ и $f_0(1710)$. Первый определяется как σ-мезон (в хиральных моделях, учитывающих различие правого / левого во Вселенной, несимметричной относительно таких замен); резонанс $f_0(1710)$, по видимому, также является мезоном (по результатам анализа его рождения / распада); резонансы $f_0(1370)$, $f_0(1500)$ классифицируют, скорее, в качестве кандидатов в глюболы, а $f_0(980)$, как и некоторых других, – мезонов-тетракварков. Все мезоны нестабильны. Расчеты в моделях на решётках показали, что пары кварк / антикварк частиц (с антипараллельными спинами и угловым моментом равным нулю) могут формировать компактные скаляры дикварковых структур в результате сильного цветового притяжения [132, 133, 141, 142, 143, 156];

в) **экзотические адроны** (известные / неизвестные частицы; в разработке), также связанные с сильным взаимодействием; представлены экзотическими барионами (в частности, пентакварками, состоящими из четырех кварков и одного антикварка) и экзотическими мезонами (в частности, адронными молекулами, глюболами и гибридными мезонами) [132, 133].

В результате этого кварки в обычном адроне движутся со скоростями, близкими к скорости света, а потому расчеты их свойств должны быть проведены с применением сложных методов специальной теории относительности.

Лептоны, – это фундаментальные частицы (от греческого λεπτός, «лёгкие»; затем появились и более тяжелые их представители) со спином 1/2 и зарядом −1. Вместе с кварками, участвующими во всех четырёх взаимодействиях, они составляют класс фундаментальных элементарных частиц-фермионов, имеющих полуцелочисленный спин, из которых состоит вещество [137]. Вместе с кварками и калибровочными бозонами они составляют неотъемлемую часть СМ. Лептоны участвуют во всех типах взаимодействий (гравитационном, слабом, электромагнитном), – кроме сильного. Известны три поколения и шесть типов лептонов (*зд*. приведены в парах: электрон / электронное-нейтрино; мюон / мюонное-нейтрино; тау-лептон / тау-нейтрино, причем тау-лептон примерно в два раза тяжелее самых лёгких из тяжелых частиц барионов-нуклонов, т.е. протонов / нейтронов),

а также античастица (антилептон). Количество возможных поколений «классических» лептонов, т.е. относительно лёгких и участвующих в слабом взаимодействии, установлено в экспериментах по измерению ширины распада Z^0-бозона: оно равно трём, но с чем это связано, – пока не ясно. Квантовые числа лептонов включают целочисленный электрический заряд (−1 для электрона / мюона / тау, +1 для позитрона, 0 для всех типов нейтрино), «цветность / барионность» равны 0, спин 1/2. Хотя экспериментальных подтверждений неточечной структуры лептонов не имеется, в отношении них, как и кварков, были сделаны попытки построения теории с участием в.н. преонов. В каждое поколение лептонов входят отрицательно заряженный лептон (заряд −1), положительно заряженный антилептон (заряд +1) и нейтральные нейтрино и антинейтрино (последние обладают, соответственно, отрицательной и положительной спиральностью [160]). Все частицы имеют ненулевую массу: от менее 0.19 МэВ/с² у мюонного нейтрино, 0.511 у электрона, – и до 105.658 у мюона и 1776.84 МэВ/с² у тау-лептона). Но масса нейтрино (менее 1-2-х электронвольт для электронного нейтрино) много меньше таковой для других элементарных частиц [137, 149].

Нейтри́но, – нейтральная фундаментальная частица с полуцелым спином. Своей малой энергией нейтрино чрезвычайно слабо взаимодействует с веществом и в воде имеет длину свободного пробега порядка 10^{18} м (~100 световых лет): каждую секунду через ~1 см² поверхности Земли проходит ~6×10^{10} испускаемых Солнцем нейтрино практически без взаимодействия. В то же время нейтрино высоких энергий успешно обнаруживается по их взаимодействию с мишенями. Именно открытие нейтрино позволило объяснить эффект β-распада, при котором энергетический спектр испускаемых электронов, наблюдаемый еще в начале прошлого века, выглядел не дискретным, а непрерывным. В дальнейшем, с привлечением электронейтральных нейтрино, имеющих сравнимую с электроном массу, спин 1/2 и составляющих ~1/3 всех нейтрино (электронное нейтрино), а также нейтрино других типов (мюонного и тау-нейтрино), способных осциллировать друг в друга, это несоответствие было преодолено. Изучение свойств нейтрино оказалось суперважным, т.к. позволяло лучше понять динамику астрофизических процессов, ввести «нейтринную астрономию», основанную на «невзаимодействии» этих частиц с веществом, а также вести разработки по созданию нейтринных детекторов (в частности, при: контроле состава топлива и мощности ядерных реакторов; изучении изотопного / внутреннего состава Земли; осуществлении практически

беспрепятственной связи между отдаленными или непреодолимо экранированными друг от друга объектами, и т.д.)} [160].

Связь лептонов с калибровочными бозонами не зависит от поколения. Интересно, что слабое и электромагнитное взаимодействия для, например, электрона, мюона и тау-лептона, – неотличимы (свойство лептонной универсальности). Процессов, в которых бы не сохранялось общее лептонное число (не связанный с калибровочным полем лептонный заряд), пока не обнаружено. Закон сохранения лептонного числа выведен экспериментально, а общепринятые его теоретические обоснования пока отсутствуют. Нейтрино же может превращаться в мюонное нейтрино или тау-нейтрино. Выход за рамки в.н. закона сохранения возможен / предсказывается даже в современных расширениях СМ, при объединении сильных и электрослабых взаимодействий, в не сохраняющих лептонное число процессах (например, при низкоэнергетических нейтрино / антинейтрино-осцилляциях, или при безнейтринном двойном бета-распаде с изменением лептонного числа). Из заряженных лептонов стабильными являются только самые лёгкие (электрон / позитрон). Более тяжёлые заряженные лептоны распадаются в более лёгкие. Например, отрицательно заряженный неустойчивый мюон (μ^-) является неустойчивой / бесструктурной частицей (которую часто рассматривают как чрезвычайно тяжелый электрон), которая может распадаться в электрон (каждые 2 μсек), электронное антинейтрино и мюонное нейтрино (в этом процессе сохраняются общее и собственное лептонные числа). Тау-лептон (время жизни $\sim 3\times10^{-13}$ с) может распадаться с вылетом не только лептонов, но и лёгких адронов (каонов и пионов). Распад нейтрино не обнаружен, и в настоящее время они, как и электрон / позитрон, считаются стабильными частицами [137, 149].

Возвращаясь к мюону, заметим, что античастица (μ^+), положительный антимюон, имеет квантовые числа с противоположными знаками, но такие же массу и спин. Она появляется в реакциях столкновения нейтрино и протона, когда помимо ее, протонных осколков и отрицательного мюона появляются очарованный c-кварк, распадающийся в странный s-кварк и мюонное нейтрино. {А остановленный в обычной материи, μ^+ может связать электрон и сформировать т.н. мюоний (Mu) – атом, в котором мюон действует как ядро; в первом приближении, и при химических реакциях, мюоний ведет себя как сверхлёгкий изотоп водорода («вуалируя», тем самым, иную физическую основу)}. Мюоны регистрируются на Земле после распада заряженных пионов (π-мезонов; время распада, – несколько наносекунд), возникших, в свою очередь, из т.н. первичных

космических лучей в верхних слоях атмосферы, и имеют скорость порядка скорости света. Мюоны почти всегда распадаются в электрон, электронное / мюонное нейтрино (соответственно антимюоны, – в позитрон, электронное / мюонное антинейтрино), а в остальных случаях, много реже, – в дополнительные фотон или электрон / позитронную пару. Кроме того, отрицательные мюоны, превышающие массу электрона более чем в 200 раз, могут формировать т.н. мюонные атомы, заменяя электроны в обычных атомах. При этом размеры атомов и их «мюонных орбиталей» резко уменьшаются и становятся сравнимы с таковым для ядра (уже неточеченых размеров). Это позволяет «заглянуть» / исследовать внутреннюю структуру ядра, т.е. изучить энергетический спектр, – линии поглощения мюонного атома. Практическая польза от использования оборудования на основе мюонов, проявляется, например, в создании т.н. мюонной томографии, позволяющей, в частности, «неинвазивно» детектировать более сильное отклонение мюонов, т.е. рассеяние частиц, в отгружаемом сырье тяжёлых элементов (иногда ядерно-котрабандном), а также при оценке толщины объекта (стенок труб), степени деградации строительного материала (бетона, др.), оборудования (задвижек) и др. [137, 149].

Гравитоны

Гравитоны – стабильная беззарядовая «практически безмассовая» частица (спин 2, «сам себе античастица»). В некоторых альтернативных теориях гравитации гравитон имеет массовую плотность энергии реликтовых гравитонов меньшую $1{,}2 \cdot 10^{-22}$ эВ/c^2 или даже 10^{-29} эВ/c^2. Хотя гравитационные волны показаны (скорость их распространения в пределах точности современных измерений равна скорости света), в Стандартную модель элементарных частиц гравитон пока не входит. Гравитон может оказаться:

1) квазичастицей, элементарным возбуждением (при описании слабых гравитационных полей в масштабах длины и времени, существенно больших планковской длины и планковского времени);

2) точечной частицей (при низких энергиях):

3) а также состоянием струн в т.н. одноименной «теории струн».

К настоящему времени (и по аналогии с квантовой электродинамикой, КЭД) рассчитаны вероятности испускания гравитонов при распаде, рассеянии элементарных частиц, аннигиляции электронно-позитронных пар, эффекте Комптона и при столкновениях адронов высоких энергий [145]. Не исключено существование нескольких

(до 4-х) типов гравитонов, – с на многие порядки различающимися характеристиками (по длине волны, частоте, полупериоду существования и массе) [204].

Отступление 14. Гравитационные волны и поле

Излучение гравитационной волны, – и согласно термодинамической теории гравитации (ТТГ), – содержит нейтрино с продольным спином в направлении своего движения и обладает высокой проницаемостью через любые преграды [205]. Однако в отражённом гравитационном поле спин нейтрино оказывается поперечным по ходу своего движения и проницаемость волны через тело резко сокращается. Тогда, и в результате взаимодействия прямой и отраженной гравитационных волн, возникает гравитационное поле, – т.н. поле Хэвисайда (результитрующего взаимодействия с соседними и удаленными в пределах действия данных сил окружающими небесными телами). Оно по разному взаимодействует с условно «закрепленными» телами (например, планетами), у которых при этом формируются пропорциональные количеству вещества вес/тяжесть, и «свободно подвешенными» материальными телами. В любом случае между силами притяжения и отталкивания (*зд*. от Земли) устанавливается баланс, определяющий границы равновесия / равнодействующей этих сил. Так, например, Луна оказывается в равновесии между силами отталкивания от земного излучения и «прижимания» ее полем Хэвисайда гравитационных волн, отраженных от самой Луны, Солнца, Венеры/Марса (при сближении последних с Землей) и др. Это же может касаться и океанических приливов / отливов, когда вода не притягивается Луной или Солнцем, а как бы выжимается результирующим падающим гравитационным полем Земли в область наименьшего давления (т.е. в зенитную и противоположную полю стороны по отношению к Луне и Солнцу). Подтверждением сказанному являются гравиметрические измерения, показавшие периодические колебания силы тяжести тел в различных точках Земли с цикличностью смены лунных фаз и положения Солнца относительно Земли. У космических тел, обладающих энергетикой горячего ядра, гравитационные излучение/ /поле усиливаются, делают вклад в в.н. взаимодействие (от малого, например, у Луны, – до огромного у Солнца) и определяют оптимальный диапазон удалённости орбит космических тел друг от друга. Для Луны, в частности, такое ядро может состоять из железо-металлического сплава в ~240 км диаметром (показано сейсмическими и другими

методами). Это способствует поддержанию состояния избегания т.н. гравитермальной катастрофы (столкновения Земли и Луны) [205].

Скорее всего, что взаимодействующие структуры гравитационно-энергетических сфер космических тел (от скоплений галактик, галактик, звезд и т.д., – до малых планет и др.) выстраиваются в соответствии с присущим уже и микромиру (элементарным частицам, атомам, молекулам) принципом организации квазикристаллического вакуума в фрактальные и фрактал-подобные образования [203].

Выше названные сферы являются областями пространства вокруг гравитирующих объектов, внутри которых действуют силы «тяготения» (стандартно), – или, что то же самое, силы давления или подталкивания (в соответствии с в.н. ТТГ-парадигмой). Тогда т.н. «притяжение», в некотором смысле, оказывается эхом гравитационного излучения Земли, находящейся в окружении других гравитирующих объектов (Луны, других планет, и особенно Солнца). Формально принято, что к гравитирующим объектам, т.е. излучающим гравитационные волны разной степени информативности, можно отнести те, что испускают за 1 секунду до порядка 10^{18} частиц нейтрино. К ним относят все звёзды, планеты и объекты человеческой деятельности, – например, атомные реакторы (вблизи стенок которых регистрируются не отдельные гравитационные лучи, а потоки излучений нейтрино). Также к ним относят функционирующие биологические структуры живой природы, тепловое движение в которых происходит [205]:

а) изнутри наружу;

б) стабилизировано, т.е. не хаотично;

в) без видимого роста энтропии;

г) и, предопложительно, ассоциировано с пьезоэффектом (по крайней мере, вещества, имеющегося в сердечной мыщце животных).

Дополнительным показателем интенсивности энергии излучения искусственным гравитирующим телом служит часто наблюдаемая некоторая потеря им веса, зависимая не только от подводимой тепловой энергии, но и от степени стабилизации колебательного движения молекул материала (сердечника). Тогда более предпочтительными оказываются материалы (такие, как кварц, графит, и другие, – например, используемый в лазерах рубин), обладающие анизотропией, когда их свойства в продольном и поперечном направлении различны. Эти параметры соответствуют тщательно отполированным монокристаллам со стабилизированным колебательным движением молекул в продольном направлении (сердечника) [205].

Соответственно, к негравитирующим объектам относят все окружающие нас предметы / объекты, – в том числе небесные, которые не имеют горячего ядра (например, метеориты, астероиды и др.). В контексте ТТГ масса является вместилищем частиц гравитационной волны (нейтрино). {{*Коммент. авт.* (выводы): выше неоднократно обсуждалось созвучное данному положение об атомах / молекулах вещества (в том числе живого), – как о в различной степени структурированных «убежищах» / «ловушках» сочетаний индивидуальных и наборов потоков других элементарных частиц, – когерентных / некогерентных фотонов, связанных с гипотетическим феноменом «(скрытый) фотонный фейерверк»}}. Она ассоциируется, с одной стороны, с количеством вещества, способном, с другой стороны и при определённых условиях, преобразовать энергию теплового потока, исходящего от горячего ядра космического объекта, в энергию гравитационного излучения (т.е. результирующая масса одновременно зависит как от количества вещества в данном объекте, так и уровня энергии его ядра). Причем источником образования гравитационного излучения (в частности, внутри твёрдого тела) оказывается не масса сама по себе, а определённым образом стабилизированное (когерентное) колебательное движение всех молекул вещества в одном направлении, инициируемое посторонним источником тепловой энергии (как, например, горячим ядром Земли) [205].

Это приводит, в частности, к пересмотру плотности «нейтронных звезд» и «черных дыр», просчитанных ранее математически и без должного физического обоснования. А «гравитация», т.е. силовая механистическая волна, отталкивающая от себя взаимодействующие с ней вещество или аналогичную волну, и «притяжение», т.е. суперпозиция в.н. «гравитации» и эха гравитационного излучения Земли, не являются одним и тем же понятием. Согласно ТТГ, самосотворение мира из проматерии (основа которой нейтрино) происходит на основе флуктуаций спинов частиц. Но тогда ни элементарные частицы, ни атомы и молекулы сами по себе способностью «притяжения» не обладают. Все экспериментальные данные по данной тематике можно найти в [205].

Аромат

Аромат (*flavour*), – общее название сочетания нескольких квантовых чисел (среди которых изоспин, странность, очарование, прелестность и истинность), характеризующих вид кварка (или лептона), для которых, и по числу их типов (u, d, s, c, b, t), существует

шесть одноименных ароматов (актуально для адронной модели). Эта характеристика сохраняется в сильных и электромагнитных, но не в слабых (в частности, термоядерных) взаимодействиях. При этом действует правило, согласно которому знаки электрического заряда кварка и «именных» ароматов кварков (s-странность, c-очарование, b-прелесть и t-истинность) одинаковы. По этому правилу любой аромат, переносимый заряженным мезоном, соответствует знаку его заряда. Лептонные ароматы, – другое название трёх лептонных чисел: электронного, мюонного и тау-лептонного. Суммарное лептонное число, и из того что на сегодня известно, строго сохраняется. Но предсказывается несохранение лептонного (т.н. флейворного) числа во многих расширениях Стандартной модели (в частности, при осцилляциях нейтрино) [136].

Цветность

Цветность (цветной заряд), – квантовое число, приписываемое, во-первых, глюонам (частицам взаимодействия); они имеют 8 типов, 6 цветов смены цвета кварков при кварк-глюонном взаимодействии (красный↔антикрасный, зелёный↔антизелёный и синий↔антисиний). Во-вторых, это число приписывается кваркам, – частицам вещества. Последние взаимодействуют подобно электрическим зарядам, но при этом имеют не два (+/−), а три знака (условно, − красный, зелёный и синий для кварков-частиц; и антикрасный, антизелёный и антисиний для кварков-античастиц). «Цветность» была предложена (в КХД) для объяснения того, в частности, каким образом нуклоны могут содержать кварки с одинаковыми квантовыми числами, не нарушая запрет Паули [138]. Согласно этому ранее введенному принципу, в пределах одной / минимальной квантовой системы, и в данном квантовом состоянии, может находиться только один фермион, состояние другого должно отличаться хотя бы одним квантовым числом {это лишний раз подчеркивает мощность вероятных процессов поддержания квантового разнообразия в стабильном и динамичном состоянии атомов / молекул, – в том числе, по-видимому, и в составе биологических систем (одновременно, это согласуется с доминантно-повышенной способностью таких систем / подсистем к поддержанию состояния программируемого переключения на всех уровнях их организации)}. Вследствии соблюдения данного принципа в структуре атома появляются электронные оболочки для разнообразных химических элементов (когда электроны-фермионы получают возможность иметь неодинаковые квантовые состояния) и их соединений, а количество электронов в

отдельном атоме уравнивается с таковым для протонов. Все электроны заполняют последовательно квантовые уровни с состоянием наименьшей суммарной энергией [138]. {Заметим, что тезис о том, что электроны друг от друга не отличаются касается только усредненной химической интерпретации, и того факта, что каждый электрон, потенциально, может занимать различные орбитали (находиться в различных квантовых состояниях), но не того, что все электроны одномоментно являются неразличимыми. В одной / минимальной квантовой системе реально каждый электрон (как фермион) отличается от другого хотя бы одним квантовым числом (начиная с их собственных моментов импульса). Это касается, например, двух электронов, присутстующих на самой нижней и энергетически минимальной 1s орбитали невозбуждённого атома лития, где имеются только два различия по спину для двух электронов}. Кварки, содержащиеся у барионов и мезонов, формируют свои глюон-опосредованные цвет / бесцветность. При этом бесцветные барионы, образованные наложением трех кварков, оказываются «белой» частицей. А мезоны, состоящие из кварка / антикварка одинаковых цветов, точнее, цвета / антицвета, суммарно также дают бесцветные частицы.

Ситуация с глюонами сложнее (см. «глюоны» выше). Сильное взаимодействие между кварками осуществляется путём обмена глюонами. Существует 8 образующих октет глюонов и члены октета характеризуются комбинациями цветов / антицветов. Допустим барион, состоящий из 3 кварков (красного, зелёного, синего), в процессе взаимодействия излучает глюон от красного кварка (который после этого становится зеленым), – зеленому кварку (который становится красным) [138].

Странные частицы

Цветность – это элементарные частицы, имеющие в своём составе т.н. странный s-кварк (связанный с составной моделью адронов). Странной особенностью вновь открываемых (с 1947 года, на ускорителях высоких энергий) частиц оказалось то, что рождаясь парами, они не соотносятся как частица / античастица. Например, при столкновении двух обычных протонов (p + p) возможна реакция рождения двух необычных / странных частиц: лямбда-(Λ)-бариона-гиперона и $K^{\pm}$-мезона. Далее эти странные частицы, суммарно, распадаются на: а) элементраные лептоны (μ^{+}-мюон, ν_{μ}-нейтрино); б) и составные кварк / глюонные частицы нуклоны (p, n) и мезоны (пионы π^{-}, π^{+}, π^{0}). Время жизни последних оказалось много бóльшим ожидаемого (~10^{-10}, а не

~10^{-22}÷10^{-23} секунды), характерным для слабого взаимодействия, а сами частицы являются носителями нового квантового s-числа (названого странностью). Это, одновременно, позволяет объяснить как парное рождение странных частиц в реакциях сильного взаимодействия, так и бóльшее время жизни при распаде за счёт слабого взаимодействия. Среди вновь открытых странных частиц оказались те, что имели массу покоя бóльшую таковой у нуклонов-гиперонов {к последним относятся лямбда-(Λ), сигма-(Σ^0 / Σ^+ / Σ^-), кси-(Ξ^0 /Ξ^-) и омега-(Ω^-) частицы}. S-кварк является фундаментальной частицей (фермионом) второго поколения, трех типов (см. цветность), способной участвовать во всех четырех типах взаимодействий, с массой 95±25 МэВ/c^2 (самый лёгкий после u- / d-кварков). Квантовые числа частицы таковы: электрический заряд −1/3e, странность −1, цветной заряд (r, g, b), спин 1/2. Впервые возможность существования странной частицы обсуждалось в связи с мезоном-каоном (K^+ / K^-), открытом в 1947 году (до разработки кварковой модели 1964 года). Странные S-кварк / (антикварк) содержат некоторые адроны: а) мезоны (каоны, содержащие также u- / d-кварки; безароматные: η- / η'-мезоны, являющиеся линейными комбинациями нескольких кварк-антикварковых пар, включая пару странный / антистранный (кварк-антикварк), и φ-мезон без ароматов, содержащий только пару странный / антистранный кварк-антикварк); б) барионы-гипероны: Σ / Λ содержат один, Ξ два, а Ω – три странных кварка. В составе всех адронов (включая не содержащие валентные s-кварки) есть примесь виртуальных / (т.н. морских) пар, состоящих из странных кварка / антикварка [150, 151].

Очарованные частицы

Очарованные частицы – из семейства адронов, обладающих т.н. квантовым числом «очарование», определяемым разностью между числом c-кварков (charm) и c-антикварков. Этот кварк – относительно тяжёлая частица, с электрическим зарядом +2/3e и масой ~1,5-2 ГэВ. Она значительно тяжелее π-мезонов, выстроенных из «неочарованных» u- / d-кварков-антикварков. Самые лёгкие «очарованные» мезоны, – D мезон {D^0 (c-кварк / u-антикварк); D^0 (u-кварк / c-антикварк); D^+ (c-кварк / d-антикварк); D^- (d-кварк / c-антикварк)} и F мезон {F^+ (c-кварк / s-антикварк); F^- (s-кварк / c-антикварк)}, где (u, d) и (s), соответственно, нуклонные и странный кварки / антикварки. Эти мезоны распадаются только в результате слабого взаимодействия и живут относительно долго (порядка 10^{-13} секунд). Символы D и F относятся к псевдоскалярным частицам, которые

характеризуются нулевым суммарным спином и отрицательной четностью (т.е. сменой знака волновой функции частицы или системы частиц при инверсии пространства). Для векторных «очарованных» мезонов приняты символы D* и F*. Стабильные «очарованные» частицы распадаются на обычные адроны, – за счёт слабого взаимодействия (т.н. слабый распад), – поэтому D- / F-мезоны стабильны относительно сильного и ЭМ-взаимодействий. При таком распаде «очарованные» с-кварки образуют преимущественно «странные» s-кварки, а вероятность образования нуклонных кварков сильно снижена, но подавлена не полностью. Возбуждённые «очарованные» мезоны распадаются быстро за счёт сильного или ЭМ-взаимодействий, но с сохранением категории «очарованность». Время жизни D / F-мезонов, – порядка $3\text{-}8\bullet10^{-13}$ секунд. Прямое свидетельство в пользу существования данных частиц было получено при аннигиляции на встречных пучках протон-позитронных (e^+ / e^-)-пар в адроны. Так был получен мезон-кварконий, распадающийся практически всегда на мезонную пару D-частица / античастица. В целом, первое косвенное указание на существование «очарованных» частиц было получено при изучении взаимодействий мюонных нейтрино с нуклонами, когда на ускорителе были зарегистрированы (Батейвия, США) т.н. димюонные события, когда в конечном состоянии наблюдаются два мюона, а остальные частицы не идентифицируются. Эти события были интерпретированы как рождение искомых частиц, время жизни которых определялось по длине пробега в фотоэмульсии. Их открытие подтверждало, в основном, кварковую модель адронов, предсказавшую существование данных частиц задолго до их экспериментального обнаружения. Однако сечение рождения частиц (*зд.*, очарованных), – т.е. область возможных взаимодействий между частицами с соответствующими энергетическими / массовыми значениями, – в столкновениях нуклонов оказалось значительно больше предсказанного теоретически. Это объяснялось моделью, согласно которой волновые функции обычных нуклонов содержат значительную примесь состояний с очарованными (*cc*)-кварками, что модифицировало обычные представления о нуклонах. Иначе, наблюдаемое связано с неприменимостью теории возмущений к процессам рождения этих частиц [152, 153].

К настоящему времени установлены массы «очарованных» мезонов / барионов, измерены их полные времена жизни и относительные вероятности различных каналов распада. Например, для мезонов D^0 это 1864,60 МэВ; для D^+ – 1869,30; для D^{*0} – 2007,22; для D^{*+} – 2010,10; для D^{s+} – 1970,52 МэВ; а для очарованных (udc) / (usc)-барионов эти значения еще на несколько, 2-5 сотен МэВ, больше. Измеренные в столкновениях адронов

сечения рождения «очарованных» частиц оказались значительно больше ожидаемых. Свойства «очарованных» барионов изучены хуже, чем мезонов, но спектр обоих видов частиц, включая экзотические, обширен. Кварковая модель предсказала существование новых «очарованных» частиц (1) и еще более тяжелых адронов (2) задолго до их экспериментального обнаружения и наглядно представила картину уровней системы кварк-антикварк. Первые содержат «c-», а вторые «b-прелестные» кварки, на которые они могут распадаться с образованием, в том числе, странных K-мезонов (из D-мезонов) и h-мезонов (из F-мезонов). Причем волновая функция h-мезонов включает значительную примесь состояний со странными s-частицами. Выше названные кварк / антикварковые уровни отличаются друг от друга взаимной ориентацией спинов кварка и антикварка, значениями их орбитальных угловых моментов, различиями в радиальных свойствах их волновых функций. Как и обычные, «очарованные» частицы обладают определёнными значениями странности и изотопического спина, зависящими от их кваркового состава [152, 153].

Квантовые состояния и некоторые параметры

Квантовая запутанность (нелокальность)

Квантовая запутанность (нелокальность) – квантовомеханическое явление, ассоциированое с состояниями двух или более объектов / частиц (в эксперименте, обычно, фотонов; реже электронов, например, из π-связей орбиталей атомов; др.). Эти частицы имеют общее происхождение, а их взаимозависимость сохраняется и в случае разнесенности в пространстве за пределы любых известных взаимодействий, – что логически противоречит принципу локальности [129]. Возможность взаимосвязанного описания квантового состояния двух объектов вытекала из квантовой теории, появившейся через несколько лет после теории относительности [128]. Например, получая пару фотонов в запутанном состоянии (т.е. сначала связанных, а затем разлученных фотонов [128]) и измеряя их спины, мы обнаруживаем, что они контрнаправлены. При измерении происходит необратимый коллапс волновой функции, когда инвариантный выбор из набора / суперпозиции возможных ее значений не определим (работает принцип неопределенности) и сводится к конечному, но не известному заранее результату ее измерений. До 80-х годов XX века квантовая

сцепленность рассматривалась большинством физиков «не как новый неклассический ресурс, который можно использовать, а как конфуз, ждущий окончательного разъяснения» [129]. При мысленом нарушении принципа неопределенности в отношении двух в.н. частиц с общим происхождением (ЭПР-парадоксе, Эйнштейна-Подольского-Розена), измерение состояния одной частицы позволяет предсказать состояние другой, над которой измерение ещё не производилось. Эта мысленная конструкция была названа феноменом т.н. «жуткого дальнодействия» (А. Эйнштейном). Впоследствии феномен стал физической реальностью в связи с многосвязными ГХЦ-состояниями (Гринбергера-Хорна-Цайлингера), заложившими основу т.н. квантовой телепортации (не путать с телепортацией макрообъектов). Было предварительно сформулировано, что если некое скрытое взаимодействие между частицами и происходит, то скорость его распространения может / должна превышать скорость света в вакууме (у электрона это скорость групповая, а не фазовая [203]), по крайней мере, на несколько порядков (что противоречит запрету на передачу информации со сверхсветовой скоростью теории квантовой механики) [129].

В результате возникли следующие идеи (математические абстракции):

а) передачи потоков запутанных частиц в разнесённые в пространстве приёмники;

б) сохранения / («складирования») таких частиц в состоянии суперпозиции неопределённо долгое время и для последующего использования с помощью топологических решений уравнений Максвелла. В этом случае отдельный фотон будет бесконечно циркулировать по сложной замкнутой траектории, выписывая в пространстве тор, тороидальный узел или бублик (последнее оказалось возможным в отношении пучка света, который можно «положить на место» в состоянии стабильного самоподдержания). [129].

Со временем, однако, и из-за взаимодействия с окружающей средой, такие частицы могут утратить свою запутанность (декогеренизировать), т.к., теоретически, продолжают успешно действовать процессы деформации физических тел виртуальными частицами (эффект Казимира) даже в физическом вакууме [129].

В свою очередь, понятие квантовой телепортации основано на запутанных квантовых состояниях. Это явление интенсивно исследуется в таких областях, как квантовые вычисления и квантовая криптография, которая используется (в том числе коммерчески) для пересылки зашифрованных сообщений по квантовому и традиционному каналам связи, а криптостойкость гарантируется уведомлением о попытке перехвата сообщения и базируется на известных законах квантовой физики (в том числе,

необратимости коллапса волновой функции). Прорыв здесь позволит вплотную подойти к созданию и полному построению теории квантового компьютера (пока это гипотетическое устройство, а в лабораториях создаются только квантовые «мини-компьютеры», а также прототипы передатчиков и приёмников). Эта теория ассоциирована с решением некоторых / многих вопросов квантовой теории и, в частности, в.н. проблемы декогеренции (декогеренизации). Хотя, по мнению некоторых исследователей, запутанность при построении в.н. компьютеров является побочным и нежелательным фактором [129].

Кроме того, на основе данных о квантовой запутанности в двух измерениях, и при наложении условий вычисления плотности вакуумной энергии в трехмерном пространстве (со своей спецификой пространственно-временной структуры), возникает необходимость дополнительных измерений, связанных с гравитационными теорией / взаимодействием. Такие условия должны быть как удовлетворительными для квантовой теории гравитации, так и согласованными и не противоречащими общей теории относительности (ОТО) и квантовой механике [129].

Другой взгляд на проблему квантовой запутанности, допустим, двух частиц, допускает возможность того, что обмена информацией (взаимодействия) в обычном понимании этого слова не происходит. А наблюдаемые, возможно закономерные, синхронные изменения некоторых характеристик индивидуальных частиц в связанных парах обусловлены их принадлежностью к общей и более глобальной системе. Координаты этой системы (логика причинности) пока не определены, но обе частицы могут находиться под ее управлением. Поэтому, обмена информацией между частицами не требуется, а если он и происходит, то не непосредственно между ними, а в рамках пока не установленной причинности, допускающей превышение скорости света и ставящей под сомнение современные, возможно искусственные представления о пространстве-времени, не отражающие реального положения вещей. В этом смысле корреляция между состояниями фотонов, – не взаимосвязь (не передача информации), а некое единичное событие, проявляемое в двух местах одновременно. Другими словами, свойства квантовых объектов могут включать возможность выхода за пределы классического пространственно-временного континуума, разработанного современным человеком на данном этапе своих представлений. И тогда постулаты современной физики (инвариантность скорости света, относительность современных систем отсчёта, однородность пространства-времени) могут претерпеть изменения, – хотя на сегодня это

не только далеко не решенный, но даже и не до конца внятно поставленный вопрос. В то же время, исследования в данном направлении могут привести к появлению новых непротиворечивых теоретических разработок [128].

{{*Коммент. авт.* (выводы): можно заметить, что в.н. общей / более-глобальной системой могла бы быть система сигнулярности. Проще всего представить, что некоторые частицы, исходно сближенные в / до момента первичного взрыва и принадлежащие одной системе (когда все частицы связаны в единый «кубик Рубика»), далее оказались разносимыми все дальше и дальше друг от друга, но состояние сингулярной общности (т.е. принадлежности к одной системе) при этом неким образом не исчезало. Аналогией в биологии могла бы быть система развивающегося эмбриона, у которого также есть управляемые исходным / общим «морфогенетическим полем» локально направляемые, например, т.н. «гомеозисные» гены, процессы. А.Эйнштейн считал, что частицы каким-то образом находят возможность обмениваться информацией на скоростях, не превышающих ~$3 \cdot 10^5$ километров в секунду (и, вероятно, это работает внутри в.н. «локальных» подсистем, тогда как т.н. «нелокальность» относится, по крайней мере, к исходно единой, но более глобальной обще-сингулярной целой системе)}}.

Чётность

Чётность характеризует свойство / способность физической величины к сохранению или, наоборот, изменению на противоположный («+»1, «−»1) своего знака при некоторых дискретных преобразованиях. В квантовой физике (квантовой механике) чётность, как и относимая к ней частица (атом / ядро), является одной из главных характеристик волновой функции. Она определяет изменения знака квантовых чисел волновой функции системы при пространственной инверсии (внутреннюю чётность) и при некоторых других дискретных преобразованиях (зарядовой чётности, комбинированной чётности, R-чётности, др.). Различают величины с положительной и отрицательной чётностью, зависимые от математической природы, т.е. от преобразуемых свойств математического объекта, выражающего данную физическую величину относительно инвертируемого параметра. Эти величины, однако, могут не иметь определённой чётности относительно некоего конкретного преобразования. В состоящей из неподвижных друг относительно друга частей системе чётность равна произведению чётностей этих составляющих (т.е. является мультипликативной величиной) [130].

Заключение

В данной работе приведен гипотетический механизм вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции, вПОТ-механизм (и, до некоторой степени, связанные с ним механизмы передачи вектор-подобной нуклеиновой последовательности, ВНП-передачи; и системы генетической челночной обратной связи, ГЧОС-системы), рассмотренный в контесте возможного его участия в регуляции экспрессии и формировании не только генов / геномов в рамках данного генетического кода (посредством множества молекулярно-генетических и биохимических процессов), – но и, прежде всего, самого генетического кода (его появлении, становлении, применения механизмов межкодовой ретрансляции и поддержания), набора связанных с ним (не)обычных симметрий, – и за эволюционно значимый период времени. Этот код имеет не только физико-химические (с участием стандартных и нестандартных аминокислот и нуклеотидов, соответственно, в последовательностях белков и ДНК / РНК), но и специфические, фундаментально физические компоненты и характеристики своих развития / динамики; (т.е. внутриатомные / внутримолекулярные индивидуальные и наборы фундаментальных и составных элементарных частиц, фермионов / бозонов, различных квазичастиц и резонансов, функционирующих с разной степенью когерентности и генерируемых различными квантовыми / чередующимися состояниями и по́левыми воздействиями). Это направление новое и, по-видимому, развиваться оно будет достаточно долго и после того, как искомый или сходный по смыслу с вПОТ механизм будет показан. Преодолевая центральную молекулярно-биологическую догму (ЦМБД) в обход, – и, по сути, не противоречя ей, – вПОТ-механизм может оказаться встроенным в новую общенаучную парадигму (на базе новой общефизической картины мира, которая, однако, вряд ли когда-либо станет окончательной). Названная непротиворечивость может быть связана с тем, что механизм описан для системы координат, в которой фигурируют / «метаболизируют» не целые гены / белки, а лишь небольшие их фрагменты / эпитопы, которые, как и их продукты (нуклеиновые эквиваленты эпитопов, олиго-НЭ), функционируют в соответствии с законами наномолекулярных внутриклеточных, а не только макроскопических систем.

В в.н. парадигме есть место и для живых объектов / систем, которые, как и косные, вероятно, включают, одновременно, микро- и макросостояния, и способны:

(а) реально и потенциально уменьшать пороговые барьеры (био)химических, (био)физических реакций (и др.);

(б) протекать в условиях самоорганизации энергезированных когерентных доменов структурированной воды;

(в) «впадать» в многофазовые состояния;

(г) подвергаться преобразованиям, связанным с реальными / виртуальными частицами (фотонами, бозонами, др.) и, не исключено, изредка участвовать в использовании и преобразованиях / «рождении» элементарных частиц при, например, слабых ядерных (электрослабых, др.) взаимодействиях, возможный спектр взаимопревращений которых изучен пока слабо как экспериментально, так и теоретически.

Работа выполнена в лаборатории экспериментальной диагностики и биотерапии опухолей института ЭДиТО (экспериментальной диагностики и терапии опухолей) в составе онкологического центра на Каширке, Москва (ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России).

Сокращения

(более полные разъяснения см. в тексте)

Стандартные

{наиболее часто используемые; названия веществ, лекарств, ферментов, факторов (и др.) приведены в тексте}

АК, – аминокислоты;
АОС, – антиокислительная система;
АФК (ROS), – активные формы кислорода;
БЛ, – биолюминесценция;
ГРОД, – гравитационные оболочки дискретные;
ГРВ-метод, – газоразрядной визуализации метод;
ДИС-симметрия, – додекаэдр-икосаэдрическая симметрия;
ДМВ, – дистантные межклеточные взаимодействия;
ДЭС, – двойной электрический слой;
ЖКТ, – желудочно-кишечный тракт;
КЭЧ, – квазиэлементарные частицы;
КМ, – квантовая механика;
КД, – когерентный домен;
КТП, – квантовая теория поля;
КЭД, – квантовая электродинамика;
(п)КХД, – (пертурбативная) квантовая хромо-динамика;

Мт / Хп, – митохондрии и хлоропласты;
НАДН (Ф), – различные варианты никотинамиддинуклеотида (фосфата);
ОТО, – общая теория относительности;
ОВ-потенциал, – окислительно-восстановительный потенциал;
ОВР (ОВП), – окислительно-восстановительные реакции (процесс);
ОКТ (ОСТ), – оптическая когерентная томография;
(ПОЛ), – перекисное окисление липидов;
ПТМ, – поляризационная теория мира;
РЛС / АФАР, – радиолокационные системы (РЛ фазированные антены и антенные решётки);
РСА, – рентгеноструктурный анализ;
ССС (ССИ), – сверхслабое свечение (излучение);
СМ (СТ), – стандартная модель (теория);
СТО, – специальная теория относительности;
УЦР, – углеродцентрированные радикалы;
ФДТ (PDT) и СДТ (SDT), – фото- и сонодинамическая терапия;
ФБ, – фибробласты;
ФС II и ФС I, – фотосинтетические электронтранспортные цепи I и II;
ФРЦ, – фотохимический реакционный центр;
ФЭУ, – фотоэлектронные умножители;
ХЛ, – хемилюминесценция;
ЭМОД, – электромагнитные оболочки дискретные;
ЭМП (ЭМВ), – электромагнитное поле (волны / взаимодействия);
ЭПР, – электронного пармагнитного резонанаса (метод); иногда это эндоплазматический ретикулум (см. контекст);
ЭДС, – электродвижущая сила;
УГК, – универсальный генетический код;
ЯМР, – метод ядерно-магнитного резонанса;
ARE (antioxidant resistance element), – антиоксидант-отвечающие элементы;
EREs- элементы, – специфические к эстрогенам последовательности в мтДНК;
EEE (electron excitation energy), – энергия электронвозбужденных состояний, активации электронов;
EES (electronically excited states), – электронвозбужденные состояния атомов, (био)(макро)молекул;
DL (luminescence delay), – задержка люминесценции;
LLPE-(low level photon emission), – эффект излучения фотонов низкого уровня (биологическими объектами);
LOX (lipoxygenase), – липоксигеназа
PE (BPE), – фотонная (биофотонная) эмиссия;
POD (peroxidase), – пероксидаза;
SOD, – супероксиддисмутаза;
XOR, – ксантиноксидоредуктаза;

Нестандартные

(специфически связанные с гипотезой)

вПОТ-механизм, − гипотетический механизм вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции отдельного эпитопа (обычно белкового);

«Ретранслосома», − гипотетическая мультикомпонентная, самоорганизующаяся, супрамолекулярная структура с наномолекулярными включениями;

Олиго-НЭ, − нуклеиновый эквивалент эпитопа (олигонуклеотидный), мини / микросателлит-подобный (повторяющийся / уникальный) продукт в.н. вПОТ-механизма;

ВНП, − вектор-подобные нуклеиновые последовательности;

ВНП-передача, − передача вектор-подобных нуклеиновых последовательностей;

ГЧОС-система, – генетической челночной обратной связи система;

ЭЛП, – энерголучевой поток;

Список литературы

{Все работы автора можно обнаружить на сайтах (www.amdeich-var-reverse-translation.ru) или (https://www.researchgate.net/profile/Alexander_Deichman/publications?sorting=newest)}.

1. Дейчман А.М., Цой В.Ч., Барышников А.Ю. (Deichman A.M., Choi W.Ch., Baryshnikov A.Yu.). Редактирование РНК. Гипотетические механизмы (RNA-editing. Hypothetical Mechanisms; монография) // М.: издательство «Практическая Медицина». – 2005 (In Russian 265 p. and in English 302 p.).
2. Дейчман А.М. Возвращаясь к вопросу о РНК / Белковой симметрии (Revisited to RNA / Protein symmetry) // Электронный многопрофильный журнал «Исследовано в России» (“Investigated in Russia” J.). – 2007. (In Russian 1629-1679 p.; in English 1680-1624 p.).
3. Дейчман А.М. Один из вариантов точечных мутаций возможно запускается поэпитопной (вариабельной) обратной трансляцией. Гипотетическая концепция // М.: Рукопись депонирована в ВИНИТИ. – 1993. – № 1502-В93. – 56с.
4. Дейчман А.М. Гипотетические механизмы формирования гипервариабельных и консервативных олигонуклеотидных участков генома. Возможные перспективы // Российский Биотерапевтический Журнал. – 2007. – № 3. – С. 51-60.
5. Дейчман А.М. О возможных новых механизмах образования коротких нуклеотидных последовательностей, участвующих в регуляции экспрессии генома // Российский Биотерапевтический Журнал. – 2011. – № 4. – С. 17-27.
6. Дейчман А.М. Некоторые характеристики повторяющихся последовательностей геномов эукариот (прокариот) в контексте гипотетического механизма

воспроизводства коротких олигонуклеотидных последовательностей // Опубликовано и депонировано на сайте автора. – 2014. – С. 1-282.

7. Дейчман А.М. Рождение, жизнь и смерть повторяющихся последовательностей генома // Изд-во «Lap Lampert Academic Publishing» (ISBN 978-3-659-50688-8). – 2013. – С. 1-397.
8. Дейчман А.М. Возможное управление праймер-опосредованной репликацией в митохондриях и хромосомальной ДНК. Поддержание не хаотической регуляции экспрессии генома митохондрий // К.: электронный журнал «Энвайронментальная эпидемиология». – 2011. – № 6. – С. 996-1069.
9. Дейчман А.М., Зиновьев С.В., Барышников А.Ю. Экспрессия генов и малые РНК в онкологии // Российский Биотерапевтический Журнал. – 2009. – № 3. – С. 107-118.
10. Дейчман А.М. Гипотетические корневые механизмы метаболизма генома формируют контуры новой парадигмы // Ст.-Пб.: Интеллектуальный Форум «Открытая Дверь» (ФГУП НИИ ПММ). Новые концепции естествознания. – 2007. – С. 260-267.
11. Дейчман А.М. Возможная роль гипотетических механизмов в происхождении геномов (в частности ВИЧ) // К.: Электронный журнал «Энвайронментальная эпидемиология». Ежегодник «Энвайронментальная эпидемиология и медицинская география». – 2011. – С. 330-390.
12. Дейчман А.М. Патология как результат нормального генетического поиска // К.: Электронный журнал «Энвайронментальная эпидемиология». – 2012. – № 1. – С. 180-184.
13. Дейчман А.М. Черный ящик генетического кода – 3 // Интернет-журнал «Русский переплет». – 2007.
14. Дейчман А.М. О возможных новых истоках происхождения генетической информации (генов, геномов, вирусов; в частности – ВИЧ) // К.: Электронный журнал «Энвайронментальная эпидемиология». – 2011. – Т. 5 – № 1. – С. 1-110.
15. Дейчман А.М. Генетический код: взаимодействие аминокислот белков (фрагментов, пептидов) в соответствии с различными правилами, принципами, кодами. Правило исключений // М.: Рукопись депонирована в ВИНИТИ. – 1996. – № 2080-В96. – 53с.
16. Дейчман А.М., Котина Е.В. Черный ящик генетического кода – 2 // М.: Химия и Жизнь. – 2006. – № 3. – С. 34-37.
17. Дейчман А.М. Межмолекулярные взаимодействия в самоорганизующихся биосистемах // Сборн. тезис. межд. науч. интернет-конференции “На стыке наук. Физико-химическая серия» Казанского (Приволжского) федерального университета (совместно с PaxGrid). – 2013. – С. 80-84.
18. Дейчман А.М. Черный ящик генетического кода // Химия и Жизнь. – 1994. – № 11. – С. 28-33.
19. Дейчман А.М., Смирнов А.Ю. Новые гипотетические механизмы и многоуровневая адаптация клеток. Контуры новой парадигмы // 3 международный конгресс «Слабые и сверхслабые излучения: Избранные труды». – Ст.-Пб. – 2003. – С. 79-83.
20. Дейчман А.М. Повторяющиеся последовательности генома и онкогенез // Российский Биотерапевтический Журнал (тез. белор.-российск. науч.-практ. конф.

с межд. участ. «Отечественные противоопухолевые препараты», г. Минск). – 2013. – Т. 12. – № 2. – С. 26-26а.

21. Дейчман А.М. Возможный олигонуклеотид-зависимый механизм адаптаций // Сб. тез. (русск./англ.) на X межд. крымск. конфер. «Адаптационные стратегии живых систем» (Новый Свет, Украина). – 2012. – С. 35-36.
22. Дейчман А.М. Незримая связь космических, физико-химических, экологических и генетических факторов в поддержании жизни и продолжении биологической эволюции // Сборник тезисов на IX межд. крымск. конфер. «Космос и биосфера» (русск./англ.). – 2011. – Алушта (http://www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p228.pdf).
23. Альтштейн А.Д. Происхождение генетической системы: гипотеза прогенов // Молекулярная Биология. – 1987. – Т. 21. – № 2. – С. 309-321.
24. Альтштейн А.Д., Ефимов А.В. Физико-химическая основа происхождения генетического кода: стереохимический анализ взаимодействия аминокислот и нуклеотидов на основе гипотезы прогенов // Молекул. Биол. – 1988. – Т. 22. – № 5. – С. 1411-1428.
25. Nelsestuen G.L. Amino acid-directed nucleic acid synthesis // J. Mol. Evol. – 1978. – № 11. – P. 109-120.
26. Gesteland R.F., Cech T.R., Atkins J.F. (eds.) // The RNA World. – 1999. – N.Y.: Publ. CSHL-Press. – P. 57-67.
27. Болдырева Л.Б., Сотина Н.Б. Самоорганизация живой материи и сверхтекучий вакуум // Форум Идей: 3-й междунар конгресс: «Слабые и сверхслабые поля и излучения». – Ст.-Пб. – 2003. – С. 32-36.
28. Чадов Б.Ф. Циклическая модель образования материи и феномен сознания // Интернет-журнал «Biocosmology – neo-Aristotelism». – 2012. – Т. 2. – № 4. – С. 377-390.
29. Кизель В.А. Физические причины асимметрии в живых системах // М.: Наука. – 1985. – С. 52-55.
30. Хакен Х. Квантовая теория твердого тела // М.: Наука. – 1980. – С. 319-396.
31. Зоркий П.М., Лубнина Е. Супрамолекулярная химия: возникновение, развитие, перспективы // Вестник Московского Университета (Серия 2: Химия). – 1999. – Т. 40. – № 5. – С. 45-46.
32. Бишоп Д., Эмерсон С.У. Рабдовирусы и буньявирусы // М.: изд-во Мир. – Вирусология (ред. Филдс Б.Н., Кнайп Д.М.; перевод с англ.). – 1989. – Том 2. – С. 366-445.
33. Woese C.R. Interpreting the universal phylogenetic tree // PNAS. – 2000. – Vol. 97. – № 15. – P. 8392–8396.
34. Дейчман А.М. Лекарственная устойчивость при применении противоопухолевых препаратов // Российский Биотерапевтический Журнал (тез. X всероссийской науч.-практич. конфер. с межд. участ. «Отечественные противоопухолевые препараты», Москва). – 2011. – Т. 10. – №1. – С. 21.
35. Nashimoto M. The RNA/protein symmetry hypothesis: experimental support for reverse translation of primitive proteins // J. Theor. Biol. – 2001. – V. 209. – P. 181-187.

36. Филиппович И.И., Ноздрина В.Н., Светелукин В.В., Опарин А.П. Изучение локализации транскрипционной и трансляционной систем в тонких структурах хлоропластов при гранообразовании // Л.: Наука. – Молекулярная генетика митохондрий (под ред. Нейфаха С.А., Трошина А.С.). – 1977. – С. 11-20.
37. Woese C.R., Guptar R. (1981). Are archebacteria merely derived “prokaryotes”? // Nature. – V. 289. – № 5793. – P. 95-96.
38. Одинцова М.С., Юрина Н.П. Геном митохондрий протистов // Генетика. – 2002. – Т. 38. – № 6. – С. 773-778.
39. Mathivanan S., H Ji., Simpson R.J. Exosomes: extracellular organelles important in intercellular communication // J. Proteomics. – 2010. – V. 73. – № 10. – P. 1907-1920.
40. Дейчман А.М. Внегеномный синтез коротких олигонуклеотидных последовательностей. Гипотеза // XXIX Любищевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии (тексты докладов). – Изд-во «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова». – 2015. – С. 67-75.
41. Элементы квантовой биофизики // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2014 (ноябрь). {см. (http://dendrit.ru/page/show/mnemonick/elementy-kvantovoy-biofiziki/), (http://www.studfiles.ru/preview/3592535/)}.
42. Атомная орбиталь // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (август); (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C).
43. Меклер Л.Б. О происхождении живых клеток: эволюция биологически значимых молекул – переход химической эволюции в биологическую // Ж. ВХО им. Менделеева. – 1980. – Т. XXV. – № 4. – С. 460-472.
44. Фермион // Материал из Википедия (свободной энциклопедии). – 2016 (апрель); (http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/7218).
45. Бозон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2014 (май); (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BD).
46. Фотон-фононные взаимодействия // Энциклопедия по машиностроению. Оборудование, материаловедение, механика. – 2013 (http://mash-xxl.info/info/385523/).
47. Мартинович Г.Г., Черенкевич С.Н. Окислительно-восстановительные процессы в клетках (монография) // Минск: изд-во Белорусского Государственного Университета. – 2008. – С. 1-159.
48. Химические реакции в живых организмах // Справочник химика. – 2013; (http://chem21.info/info/1495204/).
49. Лизосомы, пероксисомы и митохондрии // Интернет-сайт «MedUniver.com». – 2014. (http://meduniver.com/Medical/Physiology/475.html).
50. Shen X., Wijk R.V. Preface // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 5-9.
51. Shen X., Zheng Ch., Lin Z., Yang Ya., Niu H. Fluorescence resonance energy transfer (fret) study on protein-protein interaction in single living cells // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 39-52.

52. Xing D., Chen Q. Photo- and sono-dynamic diagnosis of cancer mediated by chemiluminescence probes // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 85-97.
53. Zhu M., Liu Ch., Liu Yi., Wang Yi., Chen T., Zhao X., Liu Ya. Bioluminescence assay for the human chaperone MRJ facilitated refolding of luciferase in vitro // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 99-107.
54. Popp F.A. Essential differences between coherent and non-coherent effects of photon emission from living organisms // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 109-127.
55. Федоров В.И. Принципы организации и функционирования живых систем. Часть-2: Управляющие системы организма // Н.: изд-во НГТУ. – 2003. – С. 142.
56. Bajpai R.R. Parameters characterizing spontaneous biophoton signal as a squeezed state in a sample of Parmelia tinctorum // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 125-140.
57. Сжатое состояние // Энциклопедия физики и техники. – 2010. (http://femto.com.ua-/articles/part_2/3613.html).
58. Савинов А.Б. Аутоценоз и демоценоз – экологические категории организменного и популяционного уровней в свете симбиогенеза и системного подхода // Экология. – 2011. – № 3. – С. 163-169.
59. Voeikov V.L. Biophotonic analysis of spontaneous self-organizing oxidative processes in aqueous systems // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 141-155.
60. Радиофотоника вместо электроники // М.: КРТ (Концерн радиоэлектронных технологий). – 22.12.2015. (http://kret.com/news/4159/).
61. Domrachev A.G., Rodigin Yu.L., Selivanovsky D.A. Mechanochemial activation of water splitting in liquid phase // Doclady Acad Sci USSR. – 1993. – V. 329. – № 3. – P. 186-188.
62. Ikeda S., Takata T., Komoda M., Hara M., Kondo J.N., Domen K., Tanaka A., Hosono H., Kawazoe H. Mechanocatalysis – a novel method for overall water splitting // Phys. Chem. Chem. Phys. – 1999. – V. 1. – № 18. – P. 4485-4491.
63. Гаряев П.П. Волновой генетический код // Москва (Институт Управления РАН). – 1997 (ISBN 5-7816-0022-1). – 108с.
64. Kobayashi M. Two-dimensional imaging and spatiotemporal analysis of biophoton technique and applications for biomedical imaging // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 155-173.
65. Wijk R.V., Wijk E.V. Ultraweak photon emission from human body // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 173-185.
66. Niggli H.J., Tudisco S., Privitera G., Applegate L.A., Scordino A., Musumeci F. Laser-ultraviolet-a induced biophotonic emission in cultured mammalian cells // In

Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 185-195

67. Аристова Н.А., Иванова И.П., Трофимова С.В., Пискарев И.М., Бурхина О.Е., Сошникова О.О. Механизмы хемилюминесценции в реакции фентона // Москва. – Препринт НИИЯФ МГУ (12/876). – 2011. (http://www.sinp.msu.ru/ru/preprint/8271).
68. Петракович Г.Н. Живая клетка, митохондрия как её элемент (грибообразные структуры митохондрии и термоядерный холодный синтез) // «StudAll.org Вам в помощь». – 2003. (http://studall.org/all-170292.html).
69. Петракович Г.Н. «Холодный термояд» в живой клетке // Сборник работ «Квантовые механизмы в энергетике живого вещества». – 2004. (http://petrakovich.ho.ua/15-xt.html).
70. Петракович Г.Н. Молекулы-пьезокристаллы в живом организме // Сборник работ «Квантовые механизмы в энергетике живого вещества». – 2004. (www.petrakovich.ho.ua/19-mpz.html).
71. Петракович Г.Н. Дыхание как горение открытым пламенем у теплокровных животных и человека // Энциклопедия русской мысли (ЭРМ). Сборник научных работ «Биополе без тайн» (ISBN 5-85617-010-5). – Т. 10. – 2009. – 306с.
72. Холодный (термо)ядерный синтез в растениях? Научная кунсткамера // Livejournal. –2015 (http://science-freaks.livejournal.com/1576655.html).
73. Существует ли возможность холодного ядерного синтеза? // Lenta.ru. Наука и техника. – 2008. (https://lenta.ru/articles/2008/05/29/coldfusion/).
74. Yan Yu. Biophoton emission and delayed luminescence of plants // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 195-205.
75. Makino T., Kato K., Iyozumi H., Aoshima Yo. Biophoton emission and defense systems in plants // In Biophotonics: «Optical Science and Engineering for the 21st Century. Springer Science-HBusiness Media, Inc». – 2005. – P. 205-219.
76. Долинский Г.А. Хемилюминесцентное исследование продукции перекисных радикалов в суспензии митохондрий // Украинский медицинский альманах. – 2009. – Т. 12. – № 1. – С. 64-65.
77. Митохондрия // Цитология с основами патологии клетки. Зооинженерный факультет РГАУ-МСХА. – 2011. (http://www.activestudy.info/mitoxondriya/).
78. Митохондрия // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (ноябрь). – С. 1-8. (https://ru.wikipedia.org/wiki/Митохондрия).
79. Хрусталёв В.В. Биохимические механизмы мутационного давления в методологии вычислительной биологии // Минск: изд-во БГМУ (монография; под редакцией Барковского Е.В.). – 2010. – 212с.
80. Хрусталёв В.В. Репликация, транскрипция, мутационное давление // Минск: изд-во БГМУ (монография; под редакцией Барковского Е.В.). – 2011. – 278с.
81. Хлоропласты // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (декабрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Хлоропласты).

82. Ченцов Ю.С. Хондрион – совокупность митохондрий клетки // М.: Соросовский образовательный журнал, МГУ им. М.В. Ломоносова. – № 12. – 1997. – С. 10-16. (http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9712_010.pdf).
83. Преобразование солнечной энергии // Интернет-сайт: «Способы преобразования энергии. Авторское право (Copyright©)». – 2015 (http://ru-ecology.info/term/40603/).
84. Спиновое эхо // Физическая энциклопедия. – 1997. (http://femto.com.ua/articles/part_2/3819.html).
85. Спиновое эхо // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июнь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D0%BD% D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%8D%D1%85%D0%BE).
86. Спин // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (декабрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Спин).
87. Слабое взаимодействие // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (декабрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/ Слабое_взаимодействие).
88. Фотонное эхо // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (январь); (https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотонное_эхо).
89. Двухфотонное поглощение // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2013 (март). (http://ru.rfwiki.org/wiki/Двухфотонное_поглощение).
90. Многофотонное поглощение // Физическая энциклопедия. – 2000-2017; (http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3927/МНОГОФОТОННОЕ).
91. Многофотонные процессы // Химическая энциклопедия. – 2014 (апрель); (http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/2697/МНОГОФОТОННЫЕ).
92. Владимиров Ю.А. Сверхслабые свечения при биохимических реакциях // М.: Наука (АН СССР, Институт Биологической Физики). – 1966. – 102с.
93. Эткинс П. Судьба электронно-возбужденных состояний. Физическая химия // Изд-во «Мир» (перевод с английского). – 1980. – Т. 2. – С. 112-119.
94. Еремин В.В. Квантовая динамика окислительно-восстановительных реакций // Природа. – 2006. – №5. – С. 15–22.
95. Васильев Р.Ф. Химическое свечение // Химия и Химики. – 2010. – № 1. – С. 5-62. (http://chemistry-chemists.com).
96. Владимиров Ю.А. Свечение, сопровождающее биохимические реакции // М.: Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 6. – С. 25-33.
97. Владимиров Ю.А. Активированная хемилюминесценция и биолюминесценция как инструмент в медико-биологических исследованиях // М.: Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – № 1. – С. 16-23.
98. Владимиров Ю.А., Проскурина Е.В. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция // Успехи биологической химии. – 2009. – Т. 49. – С. 341-388.
99. Deichman A.M. AIDS and Hypervariability: Hypothetical Mechanisms // Vaccina-94 (Eds. Norrby E., Brown F., Chanok R.M., Ginsberg H.S.). – N.Y.: CSHL-Press. – 1994. – P. 291-293.
100. Pollack G.H., Figueroa X., Zhao Q. Molecules, water, and radiant energy: new clues for the origin of life // Int. J. Mol. Sci. – 2009. – № 10. – P. 1419-1429 (doi:10.3390/ijms10041419).
101. Ovchinnikova K., Pollack G.H. Can water store charge? // NIH Public Access (author manuscript). Langmuir. – 2009. – V. 25. – № 1. – P. 542–547 (doi: 10.1021/la802430k).

102. Воейков В.Л. Биохимия, медицина и здоровье // Интернет-журнал «Мой компас» (Москва). – 2008 (http://moikompas.ru/compas/himi).
103. Pollack G.H. Cells, gels and the engines of life: a new unifying approach to cell function // Seattle, WA (Ebner & Sons). – 2001.
104. Чайковский Ю.В. Активный связный мир. Опыт теории эволюции жизни // М.: Товарищество научных изданий КМК (ISBN 978-5-87317-451-5). – 2008. – 726с.
105. Курик М.В., Песоцкая Л.А., Глухова Н.В., Евдокименко Н.М. Кирлианография энергоинформационных взаимодействий воды (монография) // Литограф (ЧП Федорченко А.А.). Днепропетровская медицинская академия. – 2015. – 138с.
106. Курик М.В. Диссимметрия – критерий живой воды // Квантовая Магия. – 2005. – Т. 2. – № 4. – С. 4134-4140. (https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fquantmagic.narod.ru%2Fvolumes%2FVOL242005%2Fp4134.pdf&name=p4134.pdf&lang=ru&c=57967739067c&page=1).
107. Структура воды // Серия «Все о воде» (Copyright ©). – 2010 (http://all-about-water.ru/structure.php).
108. Коротков К. Г., Гатчин Ю.А., Крылов Б.А. Физические механизмы и принципы построения систем ГРВ биоэлектрографии (УДК 681.78:574) // Ст.-Пб.: Известия высших учебных заведений. – 2006. – Т. 49. – № 2. – С.5-13 (интернет-сайт «http://bio-well.com/assets/files/papers/Russian/01-incip%20gazorazryadnoy%20vizualizacii.pdf»).
109. Кутушов М.В. Роль pH в химии и биологии // сайт «Доктор Кутушов». – 2016 (http://www.kutushov.com/articles/201-Роль-ph-в-химии-и-биологии).
110. Маклаков А. Биотрансмутация // Livejournal-site. – 12.08.2016 («http://geogen-mir.livejournal.com/649354.html?utm_source=fbsharing&utm_medium=social»).
111. Дейчман А.М. Возможное действие ключевых факторов и/или полифакториальность онтогенеза (рецензия на статью А.Г. Маленкова «^{13}С, Онтогенез и Парадокс Эволюции»). ЖФНН (*рецензир.* журнал формирующихся направлений науки). – 2015. – Т. 3. – № 9. – С. 149-153.
112. Электромагнитное поле // Интернет-журнал «Электрофизик». – 2011; (http://electrophysic.ru/elektricheskoe-pole/elektromagnitnoe-pole.-opredelenie-harakteristiki.html).
113. Алеманов С.Б. Полевое строение и полный расчет электромагнитной частицы фотона // Доклад в Зоологическом музее МГУ (аудитория № 11). – 2016. (http://alemanow.narod.ru).
114. Виртуальные частицы // Материал из Википедии (свободной энциклопедии) – 2016 (декабрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_частица).
115. Фейнман Р. Виртуальные и реальные фотоны. Теория Фундаментальных процессов (монография) // М.: Наука. – 1978. – 199с.; (http://sernam.ru/book_f_tfp.php?id=22).
116. Ростовцев А.А. Экспериментальное исследование адронных взаимодействий фотона с помощью детектора H1 на ускорителе ГЕРА // М.: автореф. диссерт. на соискание учен. степ. докт. физ.-мат. наук (по спец. физика атомного ядра и элементарных частиц, 01.04.16, ВАК, РФ). – 1997. (http://fizmathim.com/eksperimentalnoe-issledovanie-adronnyh-vzaimodeystviy-fotona-s-pomoschyu-detektora-n1-na-uskoritele-gera).
117. Ишханов Б.С., Кэбин Э.И. Антиматерия // М.: изд-во МГУ. Учебное пособие студентов физического факультета. – 2012 (http://nuclphys.sinp.msu.ru/antimatter/ant12.htm).

118. Денисов С.П. Превращение излучения в вещество // Интернет-журнал «Русский переплет». – 2000 (http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/983.html).
119. Азимов А. Нейтрино – призрачная частица атома (монография) // Электронная Библиотека «ЛитМир» (http://www.litmir.co/br/?b=148930&p=16).
120. Топологические фазы материи (Нобелевская за 2016 год) // Интернет-журнал «Научная Россия». – 04.10.2016. (http://scientificrussia.ru/articles/nobelevskaya-premiya-po-fizike-2016).
121. Число фаз вещества более пятисот. Взгляд на живое глазами физиков // Интернет-журнал «Биофизика.ру». – 09.10.2016. (http://www.biophys.ru/26-home/236-sci17).
122. Нобелевская премия по физике (за вклад по топологии) // М.: Наука и жизнь. – 2016. – №10; (http://www.nkj.ru/news/29698/index.php?mobile=N&ID=29698).
123. Фазовые переходы второго рода // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июнь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Фазовые_переходы_второго_рода).
124. Маленков А.Г. ^{13}C, онтогенез и парадокс эволюции // ЖФНН (*рецензир.* журнал формирующихся направлений науки). – 2015. – №8. – С. 21-30 (http://www.unconv-science.org/n8/m).
125. Квазичастицы // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2008 (июнь). (https://otvet.mail.ru/question/11649136).
126. Список квазичастиц // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июль). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86).
127. Экситон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июль). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD).
128. Косарев А. Спутанные фотоны // Интернет-журнал «Мембрана». (Люди. Идеи. Технологии). – 2008 (август). (http://www.membrana.ru/particle/1913).
129. Квантовая запутанность // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (сентябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовая_запутанность).
130. Чётность (физика) // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2013 (март). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D1%91%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C).
131. Элементарные частицы // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (август). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0)
132. Адрон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (февраль); (http://ru-wiki.ru/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD).
133. Барион // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2014 (ноябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Барион).
134. Кварк // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (август). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Кварк).
135. Преон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июнь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%BD).
136. Аромат (физика) // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (октябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Аромат_(физика)).
137. Лептоны // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (август). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Лептоны).
138. Цветной заряд // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июнь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Цветной_заряд).

139. Бозоны и фермионы // научный сайт «Фэндом» (Вики-сообщество). – 2016 (апрель). (http://ru.morfey13.wikia.com/wiki/Бозоны_и_фермионы).
140. Частицы элементарные // Универсальная онлайн-энциклопедия «Кругосвет». Наука и техника. – 2016 (май). (http://www.krugosvet.ru/node/41013?page=0,2).
141. Мезон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (октябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Мезон).
142. Список мезонов // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (июль). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_мезонов).
143. Экзотические мезоны // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (январь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Экзотические_мезоны).
144. Бозоны // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (август). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Бозон).
145. Гравитон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (октябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Гравитон).
146. Партон (частица) // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (апрель). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Партон_(частица)).
147. Глюон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (сентябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Глюон).
148. Петров В. Материя времени. Появление видимой материи, глюон, кварки, масса кварков, бета-распад, нейтрино // Научно-техническая библиотека. – 2011 (ноябрь). (http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11493.htm).
149. Мюон // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июль). (https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%8E%D0%BE%D0%BD).
150. Странные частицы // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (март). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Странные_частицы).
151. S-кварк // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (ноябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/S-кварк).
152. Очарованные частицы // Интернет изд-во «Академик». – 2016; (http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1898/ОЧАРОВАННЫЕ).
153. Сопов А.В. Очарованные частицы. Кварковая модель адронов // Интернет-ресурс МГУ им. Ломоносова М.В. (http://nuclphys.sinp.msu.ru/students/quarks/index.html).
154. Кварконий // Интернет-ресурс «Энциклопедия» (2015-2016©knowledge.su). – 2016. (http://knowledge.su/k/kvarkoniy).
155. Блум Э.Д., Фельдман Г.Д. Кварконий // Успехи физических наук (физика наших дней). – 1983. – Т. 139. – № 3. – С. 529-551.
156. Пахлова Г.В., Пахлов П.Н., Эйдельман С.И. Экзотический чармоний // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 80. – № 3. – С. 225-248.
157. Чернуха В.В. Универсальный генетический код. Новая картина мира. («Поляризационная теория мир») // М.: Атомэнергоиздат. – 2008. – 658с. (http://escape-key.com/ufo/universalnyi-geneticheskii-kod); (http://www.ptm2008.ru/pop_materials/Universe_Stages_of_Evolution.pdf).
158. Петров В. Рецензия на книгу «Мы и миры мироздания. Новая физическая картина мира» (автора Чернуха В.В.) // Журнал «Инженер». – 2013. – № 5. – 400с. (http://www.ptm2008.ru/SMI_and_recensio/Recensio_V_Petrov_05_13_rus.pdf); (http://www.ptm2008.ru/pop_materials/Universe_Stages_of_Evolution.pdf).

159. Очарованные частицы, с-кварк // Ядерная физика в Интернете (физфак МГУ, НИИЯФ МГУ). – 2015. (http://nuclphys.sinp.msu.ru/spargalka/044.htm).
160. Нейтрино // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (ноябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейтрино).
161. Радиоактивный распад // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (октябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиоактивный_распад).
162. Сильное взаимодействие // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (июнь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Сильное_взаимодействие).
163. Казаков Д. Элементарные частицы, история открытия, свойства и классификация // Интернет-журнал «ПостНаука». – 2015 (апрель). (https://postnauka.ru/video/44740).
164. Космические лучи сверхвысоких энергий // Интернет журнал «ПостНаука». – 2014 (август). (https://postnauka.ru/faq/29140).
165. Гагин В. Системный синтез. Линия жизни // Издательство: ВМВ (Одесса). – 2001. (http://www.studfiles.ru/preview/408043/page:13/).
166. Квантовая теория поля // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (сентябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовая_теория_поля).
167. Перенормировка (метод) // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (декабрь). https://ru.wikipedia.org/wiki/Перенормировка_(метод).
168. Перенормировка (явление) // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2015 (май). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Перенормировка_(явление)).
169. Эффект Комптона // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (сентябрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Комптона).
170. Теория возникновения вселенной // Научно-образовательный сайт (http://ingenious.ucoz.ru/publ/astro/bolshoj_vzryv_ili_teorija_vozniknovenija_vselennoj/1-1-0-5).
171. Эволюция элементарных частиц // Электронный журнал «Fotnit». Эволюция. – 2014 (декабрь). (http://scorcher.ru/art/theory/evolition/evolution5.php).
172. Сарычева Л.И. Происхождение химических элементов. Введение в физику микромира – физика частиц и ядер // М.: совместное изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова (и НИИЯФ им. Д.В. Скобельцева). Москва. – 2008. (http://nuclphys.sinp.msu.ru/astro/astro14.htm).
173. Медведев А. Эволюция звезд, происхождение химических элементов и планетная химическая эволюция // Библиофонд электронной библиотеки. – 2014 (май). (http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=600945).
174. Казначеев В.П. Феномен человека: космические и земные истоки. Великие тайны непознанного // Н.: «Новосибирское книжное издательство». – 1991. – С. 7-15. (https://litlife.club/br/?b=268251&p=1).

175. Шкатов В.Т. Детектирование торсионных (гипотетических) полей. (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 125-161.
176. Краснобрыжев В.Г. Когерентная материя – новые перспективы (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 162-226.
177. Смирнов А.Ю. Психофизическая активность оператора и исследователя. Экспериментальное изучение, техническое моделирование (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 93-124.
178. Кринкер М. Взгляд на Broadway через вращающееся поле (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 227-257.
179. Мельник А.И. Опыты с вращением (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 74-83.
180. Кравченко Ю.П. Прибор ИГА-1. Начало пути (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 258-326.
181. Панов В.Ф., Курапов С.А., Клюев А.В. Пермская группа: развитие пóлевых информационных технологий (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 84-92.
182. Бобров А.В. Квантовые (гипотетические) торсионные генераторы (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 50-74.
183. Бобров А.В. Детекторы (гипотетических) торсионных полей (монография «Эксперименты с генераторами и детекторами (гипотетического) торсионного поля») // М.: издат. дом «Фолиум». М.: издат. дом «Фолиум». – 2014. – С. 16-49.
184. Некоторые основные характеристики энергетического поля (по Н.А. Козыреву) // Интернет-сайт «Alexfl». – 2014. (http://www.alexfl.ru/vechnoe/vechnoe_tors.html).
185. Дарвин Ч. Пангенезис // М.: изд-во «Красанд», серия «Классики науки» (ISBN: 978-5-396-00254-8). – 2010. – 234с.
186. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора. Автоэволюция: форма и функция // М.: «Мир». – 1991. – 548с.
187. Анисичкин В.Ф., Ершов А.П., Безбородов А.А., Суслов И.Р. Возможные режимы цепных ядерных реакций в ядре земли // VII Забабахинские научные чтения. Снежинск. – 2003 (сентябрь). – С. 1-9. (http://www.vniitf.ru/rig/konfer/7zst/reports/s1/1-3.pdf).
188. Ершов А.П., Анисичкин В.Ф. О нейтронно-делительной волне // Физика горения и взрыва. – 2003. – Т. 39. – № 2. – С. 121-128. (http://www.sibran.ru/upload/iblock/b8a/b8a99f8024a54e6aa41e4ff85bc46a58.pdf).
189. Абаев М. Существует ли подземный ядерный реактор? // М.: «Наука и Жизнь». – 2015 (август). – С. 1-4. (http://www.nkj.ru/news/26797/).

190. Ядро Земли // Материал из Википедии (свободной энциклопедии). – 2016 (декабрь). (https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядро_Земли).
191. Поваренко А.Д. Новая интерпретация и свойства генетического кода // Актуальные проблемы современной науки (Молекулярная биология). – № 5. – 2011. – С. 170-205.
192. Усанов Н.Н., Усанов Н.Г. Симметричные структуры в комплементарных цепях геномных ДНК и возможные алгоритмы их организации // Препринт ИПМ им. Келдыша М.В. Российской Академии Наук. – 2008. – С. 28-43.
193. Усанов Н.Н. Поиск повторов в геномах прокариот и эукариот // М.: изд-во МГУ. Матер. докладов XIV междунар. конфер. студент., аспирант. и молод. учен. «Биоинженерия и биоинформатика». – 2007. – С. 41-42.
194. Усанов Н.Н., Гильванова Е.А., Усанов Н.Г. Сравнительный анализ частотных словарей цепей геномных ДНК // Сборн. тезис. III межд. конфер. «Математическая биология и биоинформатика» (г. Пущино). – 2010. – С. 123-125.
195. Усанов Н.Н., Гильванова Е.А., Чемерис А.В., Усанов Н.Г. Анализ повторов в текстах геномов прокариот свидетельствует о дискретном характере эволюции ДНК // Сборн. тезис. III межд. конфер. «Математическая биология и биоинформатика» (г. Пущино). – 2010. – С. 126-129.
196. Смирнов Г.Б. Естественный отбор начинается на уровне генов // электронный журнал "Антирак". – 2005. (http://www.antirak-center.ru/index.php?catid=42&page=415).
197. Смирнов Г.Б. Механизмы приобретения и потери генетической информации бактериальными геномами // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127. – № 4. – С. 52-77.
198. Смирнов Г.Б. Повторы в геномах бактерий. Связь с эволюцией // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2010. – Т. 1. – № 2. – С. 11-20.
199. Смирнов Г.Б. Повторы в геномах бактерий и в жизни // Природа. – 2010. – № 4. – С. 3-12.
200. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов // М.: «Высшая школа». – 1989. – 199с.
201. Делас Н.И., Касьянов В.А. Негауссово распределение как свойство сложных систем, организованных по типу ценозов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т.3. – № 4 (57). – С. 27-32.
202. Дейчман А.М. Повторы, нестабильность генома и онкогенез. Возможный биосинтез олигонуклеотидов вне генома (монография) // М.: Издательство «Мир Науки». – 2015. – 169 с.
203. Голубев С.Н. Возникновение жизни и формирование массы элементарных частиц в мире квазикристаллического вакуума // М.: Издательский дом «Фолиум». – 2014. – 346с.
204. Буркат А.И. Гразер // Журнал «Природа и человек». – 1989. – № 11. – С. 62-63.

205. Щёголев А.П. Исповедь исследователя // Ст.-Петербург: изд-во «Анатолия». – 42с. (https://refdb.ru/look/3028831.html; https://refdb.ru/look/3028831-p2.html)
206. Исаев Г.Д. Биоседиментология – новое направление в естествознании и нефтяной геологии (ООО НИЦ «Сибгеонафт») // Труды VII Всероссийского литологического совещания (Серия: Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории). – 2013. – С. 375-379. (http://www.ipgg.sbras.ru/ru/files/publications/lithology2013/%D0%A2%D0%BE%D0%BC_1_375-379.pdf)
207. Thomson M.C., Macfarlane J.L., Beagley C.T., Wolstenholme D.R. RNA-editing of mat-R transcripts in maize and soybean increases similarity of the encoded protein to fungal and bryophyte group II intron maturases: evidence that mat-R encodes a functional protein // Nucl. Acid. Res. – 1994. – Vol.22. – № 25. – P.5745-5752
208. Шабалкин И.П., Шабалкин П.И., Ягубов А.С. Эволюция генетического алфавита и аминокислотного кода // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2003. – Т.39. – №5. – С. 488-494.
209. Woese C.R. (1970). Codon recognition: the allosteric ribosome hypothesis // J. Theor. Biol. – V.26. – №1. – P. 83-88.
210. Joyce G.F., Orgel L.E. Prospects for understanding the origin of the RNA World // In: The RNA World (Eds. Gesteland R.F., Cech T.R., Atkins J.F.), Cold Spring Harbor Laboratory Press, N.Y. – 1999. – P.49-79.
211. Maizels N., Weiner A.M. (1999). The genomic Tag Hypothesis: What molecular fossils tell us about of evolution of tRNA // In: The RNA World (Eds. Gesteland R.F., Cech T.R., Atkins J.F.), Cold Spring Harbor Laboratory Press, N.Y. – 1999. – P. 79-81.
212. Cech T.R., Golden B.R. Building a catalytic active site using only RNA // In: The RNA World (Eds. Gesteland R.F., Cech T.R., Atkins J.F.), Cold Spring Harbor Laboratory Press, N.Y. – 1999. – 321-351.
213. Юрина Н.П., Одинцова М.С. Сравнительная характеристика структурной организации геномов хлоропластов и митохондрий растений. // Генетика. – 1998. – Т.34. – №1. – С.5-22.
214. Физический энциклопедический словарь (гл. редактор Прохоров А.М.) // М.: «Советская энциклопедия». – 1983. – С. 834.
215. Pitkanen M. Three new physics realizations of the genetic code and the role of dark matter in bio-systems // Publishing Karkinkatu (Karkkila, Finland). – 2016. – 142p. (http://www.tgdtheory.fi/public_html/pdfpool/dnatqccodes.pdf).
216. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М. Белок-машина. Биологические макромолекулярные конструкции // Изд-во: «Янус-К» (ISBN: 978-5-8037-0036-4). – 1999. – 256 с.
217. Малярчук Б.А. МтДНК-подобные последовательности и координация функционирования ядерного и митохондриального геномов млекопитающих // Цитология и генетика. – 1997. – Т.31. – №2. – С.53-61. \
218. Авакян С.В. Супрамолекулярная физика окружающей среды: климатические и биофизические эффекты // Вестник российской академии наук. – 2017. – Т.87, – №5. – С.458-466.

219. Авакян С.В. Микроволновое излучение ионосферы как фактор воздействия солнечных вспышек и геомагнитных бурь на биосистемы // Оптический журнал. – 2005. – Т. 72. – №8. – С. 41-49.

{Все работы автора можно обнаружить на сайтах (www.amdeich-var-reverse-translation.ru) или (https://www.researchgate.net/profile/Alexander_Deichman/publications?sorting=newest)}.

Дейчман Александр Маркусович

Генетический код: от потоков элементарных частиц (фотонов, других) – до формирования геномов и генетического кода. В контексте гипотетического механизма биосинтеза олигонуклеотидов вне генома

Монография издана в авторской редакции

Главный редактор – Кирсанов К.А.

Вёрстка – Кирсанов К.К.

Ответственный за выпуск – Алимова Н.К.

Научное издание

Системные требования:
Системные требования: IBM PC с процессором Pentioum 2; ОЗУ 128 Мб; операц. система Windows XP; программа Adobe PDF Reader; CD-ROM дисковод, мышь.

Режим доступа: http://izd-mn.com/PDF/20MNNPM17.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

ООО «Издательство «Мир науки»

«Publishing company «World of science», LLC

Адрес:

Юридический адрес — 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

Почтовый адрес — 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

http://izd-mn.com

ДАННОЕ ИЗДАНИЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НА ЭЛЕКТРОННЫХ НОСИТЕЛЯХ