

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЛИЯНИЯ НА КОНФИГУРАЦИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.Б. Бурлаков, Ю.С. Капранов, Г.Э. Куфаль, С.В. Перминов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. На уровне морфологических и популяционных признаков выявлены эффекты прямых дистантных взаимовлияний разновозрастных групп зародышей биологических объектов разного уровня организации. Показана возможность изменения параметров постэмбрионального развития с помощью лазерных уголкового световозвращателей (УСВ). Описаны аномалии развития, специфические для определённых сочетаний разновозрастных групп зародышей при прямом оптическом взаимодействии или через УСВ. Предложена модель, показывающая механизм аутокоррекции при использовании отражающих оптических элементов.

Ключевые слова: Биология развития, полевые взаимодействия, коррекция развития.

К настоящему времени накоплено значительное количество данных о межклеточных и межорганизменных дистантных взаимодействиях в биологических системах разного уровня организации. Значительный экспериментальный материал, нарабатанный к данному моменту различными группами исследователей, позволяет с уверенностью предположить, что переносчиком, ответственным за дистантные взаимодействия в биологических системах, является электромагнитное излучение низкой интенсивности широкого диапазона длин волн.

Все живые организмы независимо от уровня их организации представляют собой самоорганизующиеся системы, т.е. системы, которые без специфического влияния извне могут обретать пространственную, временную и функциональную структуру. Процесс самоорганизации многоклеточных организмов разворачивается в раннем эмбриогенезе путем быстрого образования на основе единой генетической программы из одной клетки (зиготы), всего разнообразия клеточных типов и иерархии структур, обеспечивающих интеграцию дифференцирующихся систем. Вопрос о механизмах реализации генетической информации в признак взрослого организма в процессе индивидуального развития остается одним из основных в биологии. К тому же, поскольку индивидуальный организм нельзя рассматривать вне окружающих условий, популяционно-экологические аспекты также во многом определяют его существование, и расширяют наши представления о границах системы применительно к биообъектам.

Успехи биологических дисциплин в анализе и изучении практически всех уровней живой системы огромны — расшифрован генетический код, исследованы молекулярные основы обменных процессов и процессов специфических дифференцировок, механизмы гуморальной и нервной регуляции и т.д. Однако вопрос о принципах интеграции разноуровневых процессов в единую систему является неизмеримо более сложным.

В настоящее время биология стоит на пороге исследования более глубокого уровня биологических систем — корпускулярно-волновой их организации. Само функционирование биосистемы как результат обмена биосигналами предполагает два взаимно коррелированных уровня этого обмена — вещественный (корпускулярный) и волновой. Вещественный уровень хорошо изучен (матричное копирование ДНК-РНК-белки, механизмы клеточной рецепции, перемещение и самосборка клеточных структур и пр.), а тесно связанный с ним волновой уровень практически не исследован.

Еще в середине 20-х годов прошлого столетия А.Г. Гурвич [1] доказал, что между различными живыми объектами существуют дистантные взаимодействия, обусловленные наличием собственных электромагнитных излучений. А.Г. Гурвич назвал такие электромагнитные излучения, присущие биологическим объектам «митогенетическим излучением», поскольку наблюдал проявление такого излучения в процессе клеточного деления. Начиная с открытия в середине 20-х годов А.Г. Гурвичем митогенетических лучей в экспериментах с корешками лука и почкующимися дрожжами, исследователи обнаруживают дистантные взаимодействия волновой природы между живыми

организмами. Ж. и М. Магру показали [2-3], что дистантные воздействия бактериальных культур (стафилококк, *Bact. tumefaciens*) и молочнокислых ферментов на половые продукты и на оплодотворенные яйцеклетки морских ежей угнетали их последующее развитие и способствовали появлению аномалий, в то время, как при дистантном взаимодействии бактериальных культур с эмбрионами комаров наблюдали, наоборот, эффект положительной биокоррекции — ускорение вылупления личинок комаров [4]. Эффект дистантного взаимодействия двух растущих культур клеток животных (фибробластов) показан В.П. Казначеевым с соавторами [5]: при обработке цитотоксическими агентами (вирусами или сулемой) или при облучении ультрафиолетом одного из образцов культуры клеток в других образцах, инкубированных в отдельных кюветах так, что существовал только оптический контакт между образцами, наблюдали дегенеративные изменения клеток. Наличие дистантных взаимодействий убедительно продемонстрировано на одноклеточных (дрожжи), на растительных тканях (семена, почки, листья, древесная кора), на насекомых, на свежесрезанной шерсти животных и на волосах и крови человека [6], у бактерий [7] у эмбрионов рыб [8-12] и амфибий [13]. При этом наличие дистантных взаимодействий биологических объектов исследователи определяли по изменению скорости прохождения физиологических процессов, появлению аномалий развития или изменению процента гибели..

В последнее десятилетие сверхслабые излучения разной длины волны от биологических объектов разного уровня организации (отдельных компонентов развивающегося куриного яйца [14], половых продуктов и зародышей рыб [9, 15-16] и т.п.), были непосредственно зарегистрированы с помощью фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). Обмен волновой информацией при дистантных взаимодействиях групп биологических объектов также был зарегистрирован с помощью ФЭУ: между эксплантатами лактирующих млечных желез мышей [17], между двумя изолированными культурами иммунных клеток-нейтрофилов [18-19], между разновозрастными группами эмбрионов выюна [20-21], Такое самопроизвольное излучение биообъектов по ряду признаков является когерентным [14], и может быть носителем информации при дистантных взаимодействиях биологических объектов [9, 12-13, 22-24].

Сверхслабое излучение биологических объектов (биоизлучение) регистрируют с помощью современных ФЭУ или анализируют его свойства по регистрации искажений ответа биологической системы на определенную трансформацию биоизлучения. Так, в экспериментах по дистантным взаимодействиям разновозрастных эмбрионов рыб (*M. fossilis*) и амфибий (*Rana temporaria*, *R. esculenta*, *Bufo bufo*, *Xenopus laevis*) с использованием зеркал [25], световодов [26], поляризаторов [27-28], интерференционных светофильтров [9, 29-30] и лазерных уголкового световозвращателей [31-33], применяемых для оснащения ретрорефлекторных систем космических аппаратов, показано специфичное изменение параметров развития по сравнению с контрольными группами при использовании каждого типа оптических элементов. Например, эксперименты с интерференционными светофильтрами, обладающими узкой полосой пропускания света ($\pm 3\text{нм}$), показали [29-30], что во-первых, использование интерференционных светофильтров, вычлняющих разные длины волн, при оптическом контакте одних и тех же возрастных групп эмбрионов имеет разные биокорректирующие последствия. Во-вторых, сочетание разных возрастных групп зародышей дает разные результаты при использовании одного и того же светофильтра. Эти факты могут свидетельствовать, как о неодинаковом характере сверхслабого излучения, продуцируемого эмбрионами разных стадий развития, так и о возможных возрастных изменениях воспринимающих эти излучения систем.

Выявление принципов организации процессов, протекающих в сложнейшей многоуровневой системе, какой является живой организм, определяет необходимость использования не только традиционных методов, принятых в биологии, но и методов моделирования и управления в больших системах более широкого применения. В этой связи требуются методологические подходы, в том числе касающиеся морфофизиологических адаптаций информационных систем организменного уровня.

По интенсивности электромагнитные излучения биологических объектов относят к «сверхслабым» излучениям, но, тем не менее, чувствительность живых организмов к малейшим изменениям параметров этих излучений настолько велика, что самые незначительные искажения, претерпеваемые этими излучениями, могут привести к

существенным изменениям в развитии биологических объектов [25-33]. Это излучение биологическими объектами не только передается, но и специфически воспринимается.

Интенсивность взаимодействия определяется соответствующей константой связи и пропорциональна величине взаимодействующих электрических зарядов. Электромагнитные взаимодействия осуществляются только посредством электромагнитного поля, переносчиком которого является безмассовый бозон - фотон [34 - 36]. Все процессы в биообъекте с атомно-молекулярного уровня начинаются с изменения величины электрических зарядов вследствие того, что макромолекулы являются полупроводниками или диэлектриками, многие из них представляют собой диполи с возможностью образовывать домены, а также благодаря тому, что структуры макромолекул обладают свойствами жидких кристаллов или электретов [37 - 42]. Эти физические свойства при изменении электрического статуса макромолекул обуславливают возможность генерации ими электромагнитных и акустических полей и волн. В терминах энергетических уровней квантовой электродинамики это объясняется следующим образом. Первичное накопление энергии электростатического поля как результат энергетики метаболизма происходит на энергетическом уровне E. Возникает статическое неравновесное состояние, что приводит к открытию ионного канала и возникновению электрического тока. Образуется ситуация движения ионов упорядоченной цепочки и возникновение механических колебаний макромолекулы. В результате энергия накапливается в виде энергии механических колебаний на другом энергетическом уровне — уровне M. Нелинейность механических колебаний при росте амплитуды может привести к возбуждению экситонов, которым отвечает энергетический уровень R. Диссипация энергии с этого уровня происходит путем излучения электромагнитных волн [43 - 48]. Г.Фрелих в 1977—1988 гг. обосновал теоретически и получил экспериментальные доказательства факта продуцирования живыми клетками переменных электромагнитных полей. Им была развита общая теория когерентных колебаний в биологических системах [43,48]. А.С.Давыдов (1986) описал возбуждение, делокализацию и движение электронов вдоль белковых молекул в форме уединенной волны — солитона [49], что дополнило модель Фрелиха. Эти фундаментальные теории расширили и углубили понимание идеи кодовой иерархии биосистем. Стало понятно, что эндогенные поля организма фрелиховско-давыдовского типа автоматически модулируются структурой биосистемы и несут соответствующую информационную нагрузку. Возможность трансформации параметров эндогенных информационных факторов биообъектов внешним воздействием предопределена физическими законами. Физический канал управления и реализации программ развития и функционирования организма человека гетерогенен и представлен электрическими, электромагнитными, акустическими полями и доменами поляризации [41, 50-52]. Он очень чувствителен к воздействию внешних физических факторов [37, 51, 53—60]. Это объясняется тем, что главным звеном пускового механизма ответной реакции организма на воздействие внешнего фактора является изменение электрического статуса клетки (группы клеток) за счет изменения электрических зарядов макромолекул [61—63], а эндогенный синтез и выделение нейромедиаторов зависит в первую очередь от количества электрической энергии и механизма ее диссипации [44]. При метаболизме происходит избыточное производство энергии и аккумуляирование излишков. Простейшая форма аккумуляирования — возникновение трансмембранного потенциала и энергии его электрического поля. Основы энергетики метаболизма таковы, что при этих процессах создаются энергетические запасы везде, где это возможно. Расход накопленной электрической энергии осуществляется двумя путями: первый — протекание электрического тока через ионные каналы с выделением тепла, а также с возникновением упорядоченных волновых процессов; второй — инициирование неравновесных процессов синтеза химических соединений, в частности АТФ и нейромедиаторов [44]. Несмотря на то, что энергия внешних физических факторов, воздействующих на биообъект, напрямую не усваивается и не включается в метаболизм, она оказывает существенное влияние за процесс синтеза АТФ, на специфические функции метаболизма за счет изменения электрического статуса и перевода молекул в возбужденное состояние. [37,49,56, 58, 64, 65]. Количественные выражения энергетических параметров взаимодействия различных структур биообъектов определены с достаточной точностью: энергия слабых атомно-молекулярных взаимодействий (ван-дер-ваальсовы силы, ионные, ион-дипольные, водородные и гидрофобные связи), которые постоянно рекомбинируются в процессе обмена веществ, равна 4—400 кДж/моль или 0,04—4,0 эВ; энергия различных

конформационных изменений макромолекул — 10—90 кДж/моль или 0,1—0,9 эВ; энергия конформационных изменений при взаимодействии медиатора с рецепторами клеточной мембраны — около 25 кДж/моль или около 0,2 эВ [59, 66, 67].

Таким образом, энергетика метаболизма биообъектов связана, в первую очередь, с электрическим статусом структур различной сложности, который играет главную роль как в аккумуляции энергии, так и в ее диссипации. На основе теорий Г.Фрелиха и А.С.Давыдова объясняется отсутствие необходимости модуляции частотных характеристик действующего фактора во всей иерархии ритмом функционирования биоструктур. Из первичного возбужденного состояния, вызванного тем или иным воздействием, которое можно описать как цепочку нелинейно связанных осцилляторов, биомолекулы выходят путем излучения электромагнитных волн по механизму возврата Ферми-Паста-Улама. Особенностью такого механизма является то, что энергия первоначального возмущения нелинейно связанных осцилляторов не распределяется по всем возможным колебательным состояниям цепочки (процесс термализации), а, распределившись по отдельным высшим колебательным гармоникам, через некоторое время возвращается к распределению колебаний, подобному первичному возмущению. Поскольку переизлучение осуществляется сложной колебательной системой — биомолекулой — это приводит к появлению особых электромагнитных волн-солитонов — своеобразных волновых пакетов, имеющих сложную колебательную структуру со спектром комбинационных частот когерентного излучения за счет фрактальных свойств биомолекул [49, 43, 48]. Следовательно, на уровне отдельных биоструктур резонанс возникает за счет солитонной волны, образованной при переизлучении биомолекулой первичного воздействия, в которой сам биообъект заложил необходимый для соответствующих структур комбинационный набор резонансных частот за счет физического явления возврата Ферми-Паста-Улама. Воздействие на биообъект любого внешнего физического фактора вызывает, в первую очередь, изменение электрического статуса биомолекул и клеток в области воздействия за счет пьезоэлектрического, фотоэлектрического, пьезоэлектрического эффектов и реструктурирования доменов поляризации [39].

Помимо накапливания потенциалов механизм организации биообъектов должен создавать некое архитектурное поле, определенным образом выстраивающее структурные элементы клеток. Известно, что синтез белков осуществляется соединением последовательности аминокислот, а именно — взаимодействием положительных и отрицательных зарядов на их концах. Естественно предположить, что выстраивание последовательности аминокислот (как и ферментов, и других полярных молекул, являющихся, по существу, электрическими диполями) будет происходить вдоль линий некоего электрического поля, которое «укажет» направление выстраивания тех или иных белков. В свою очередь, пространственное изображение этого поля может быть создано тем или иным расположением электрических зарядов в цепочках ДНК, повторяющаяся и периодическая структура которых может создавать достаточно сильные когерентные поля. Здесь, по-видимому, уместна аналогия с антенной техникой. Например, диаграмма направленности системы вертикальных осцилляторов, излучающих в одной фазе и находящихся на расстоянии полуволны друг от друга, описывается [80] выражением:

$$S = \frac{30 \cdot I_0^2}{2\pi R^2} \left[\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos\theta\right)}{\sin\theta} \cdot \frac{\sin\left(n_1 \frac{\pi}{2} \sin\theta \cdot \cos\varphi\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} \sin\theta \cdot \cos\varphi\right)} \right]^2, \quad (1)$$

где S — поток энергии, I_0 — значение тока в единичном осцилляторе, R — расстояние, φ и θ — значения углов в полярной системе координат, n_1 — число излучателей.

Из данной формулы видно, что пространственное распределение излучаемой мощности для синхронизированных излучателей непосредственно зависит от их количества и значения начальной фазы волны для каждого из индивидуальных излучателей. Нули интенсивности диаграммы излучения, описываемой выражением (1), (края диаграммы), определяются условием $\cos\varphi = \pm 2/n_1$, следовательно, чем больше n_1 , тем уже диаграмма излучения. Из этого следует практически весьма важный вывод о том, что для когерентного излучения нескольких излучателей происходит сужение

диаграммы суммарного излучения, а интенсивность в направлении главного максимума будет становиться в n^2 раз больше максимальной интенсивности одиночного излучателя.

Аналогии с антенным полем или набором когерентных излучателей становятся еще более очевидными, если иметь в виду, что ткани живых организмов образованы повторяющимися идентичными клетками, которые характеризуются определенным морфогенезом и образуют пространственные периодические (фрактальные) структуры. При подобии клеточных электромагнитных полей их суперпозиция и может служить носителем информации о программе развития. Изменение диаграмм направленности излучения на таких структурах в зависимости от числа излучателей при определенном их расположении и синхронизации фаз показано на рис 1.

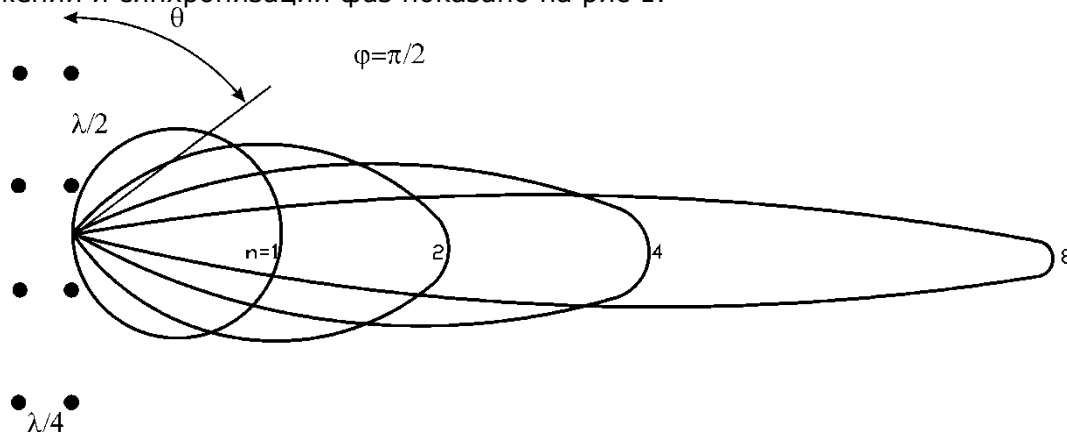


Рис.1. Изменение диаграммы направленности фазированных источников в зависимости от их числа.

Из сказанного можно сделать вывод, что если направленность излучения биообъектов связана с синхронизацией определенных биохимических процессов, очевидно, что сбой такой синхронизации неизбежно приведет к изменению конфигурации электромагнитного поля.

Пограничные структуры организма или клетки (оболочки) являются избирательными волновыми фильтрами [68], способными активно перестраиваясь, регулировать меру воздействия внешней среды на самоорганизующуюся систему (развивающийся организм). Если биологические макромолекулы рассматривать как волновые резонансные системы, то изменение этих параметров в пограничных структурах, которыми являются оболочки зародышей, может приводить к изменению их фильтрационных свойств в данной системе. Упорядочивание или структурирование приводит к сокращению разнообразия резонансных систем в пограничном слое, т.е. к минимизации волновых взаимодействий со средой обитания. Это является главным звеном пускового механизма всех последующих реакций биообъекта. Поскольку согласованность перемещения этих зарядов в биологическом объекте обуславливает определенную пространственную конфигурацию электромагнитных полей, на окончательное формообразование которых, в свою очередь, влияет наличие внешних, по отношению к самому биологическому объекту, электромагнитных и, возможно, гравитационного полей. Отсутствие этих составляющих особенно пагубно, по-видимому, сказывается на развивающихся организмах, поскольку и гравитация и постоянное магнитное поле Земли могут, вероятно, задавать некоторую первоначальную систему координат, в которой идет формирование нового организма. Установлено, что процесс активной перестройки возможен только при условии влияния на оболочку зародыша, т.е. оболочка проявляет свойства перестраивающегося фильтра только в составе целостной развивающейся системы [69]. Интересно, что подобное регулирование функциональной активности оболочек со стороны живого развивающегося зародыша, определяемое по изменению интенсивности сверхслабого свечения оболочек, отмечено и при регистрации сверхслабых излучений куриных зародышей и их оболочек [14].

Если волновые потоки, отвечающие за межорганизменную коррекцию эмбрионального развития, имеют электромагнитную природу, то логично предположить, что возможно менять характер коррекции при помощи средств и методов, используемых в оптике и радиоэлектронике высоких и сверхвысоких частот, влияющих на оптические

характеристики излучения. В частности, представляется целесообразным использовать для этой цели металлические и диэлектрические зеркала, а так же узлы и устройства на их основе (многозеркальные системы).

Несмотря на то, что проблемы первичных акцепторов излучения, а также механизмов поглощения и трансформации его энергии в биосистемах пока еще далеки от разрешения, получено достаточное количество экспериментального и клинического материала, свидетельствующего о возможности регуляции физиологического состояния биосистем путем межорганизменной волновой коррекции. В настоящей работе мы рассмотрим различные факторы, влияющие на конфигурацию электромагнитных полей биологических объектов и пути их возможного изменения.

В течение ряда лет на биологическом факультете МГУ проводится исследование дистантных волновых взаимовлияний ранних зародышей низших позвоночных животных и насекомых [70,32,71-72]. Дистантное волновое взаимовлияние развивающихся зародышей низших позвоночных является весьма перспективной биологической моделью для исследования роли сверхслабых излучений живых систем. С одной стороны, здесь и источниками волновых сигналов, и детекторами такого воздействия выступают динамически усложняющиеся биологические системы. Усложнение включает появление многоклеточности в процессе дробления, сложных клеточных перемещений, дифференцировок и взаимодействий разных типов клеток с межклеточными структурами и между собой, что приводит к созданию отдельных органов, объединенных в разные функциональные системы организма. С другой стороны, — волновая информация, воспринимаемая организмом (детектором) и корректирующая начальные моменты формирования систем, в дальнейшем развитии реализуется как значительные их изменения. Последнее позволяет проследивать участие волновых воздействий в процессах усложнения развивающейся системы и использовать их как инструмент в исследовании самих процессов самоорганизации.

Было установлено, что содержание разновозрастных групп эмбрионов рыбы вьюна (*Misgurnus fossilis* L.) в отдельных кварцевых кюветах при наличии только оптического контакта между группами приводит к изменениям параметров их дальнейшего развития по сравнению с контрольными группами [39]. Такая биокоррекция развития может быть как положительной (ускорение и снижение числа аномально развивающихся зародышей по сравнению с контролем), так и отрицательной (замедление развития, увеличение числа аномальных зародышей, рост смертности) [9-10, 12-13]. К коррекции развития в данных экспериментах приводят дистантные взаимодействия только разновозрастных эмбрионов — вероятно, излучение зародышей, не находя собственных воспринимающих систем, поглощается резонансными для этого излучения системами, имеющимися у зародышей другой стадии.

Развитие биологического эффекта при межорганизменной волновой коррекции требует довольно значительного (не менее 6–8 часов) времени совместной инкубации разновозрастных групп зародышей [9]. Причем максимальное корректирующее взаимовлияние проявляется в случае соизмеримости темпов развития зародышей взаимодействующих групп [11].

В ряде работ показано, что изменение оптических параметров биоизлучения, например, применение поляризаторов или светофильтров, приводит к изменению последствий дистантного взаимодействия зародышей [27-29]. Группой исследователей биологического факультета МГУ, совместно с сотрудниками ФГУП НИИ Прецизионного приборостроения Федерального Космического агентства была предпринята попытка экспериментального управления дистантным волновым взаимодействием между эмбрионами низших позвоночных на ранних стадиях онтогенеза, в которых естественные пути распространения биоизлучения между объектами изменялись с помощью оптических приборов [70-72].

Аутооптический эффект биоизлучения (или эффекты оптических взаимовлияний одновозрастных зародышей), отраженного от зеркал, позволяет предположить, что излучение биологического объекта возвращается обратно с некоторым изменением оптических параметров, что делает его информативным для объекта. Возникает естественный вопрос об объяснении наблюдаемого феномена с позиций современных знаний. Основным постулатом в таком объяснении является наличие векторного поля у всех живых объектов, независимо от их природы.

Такое векторное поле является неизбежным следствием наличия единого комплекса взаимосвязанных изменений биохимического и электрического состояния такой конструкции, какой является живой организм.

Подобное поле должно быть однозначно ориентировано относительно самого объекта - источника этого поля. Естественно предположить, что изменение ориентации поля относительно биообъекта может вызывать те или иные трансформации в самом объекте, влияя на его жизнедеятельность тем или иным образом. Если исходить из того, что такое поле имеет электромагнитный характер и может быть описано уравнениями Максвелла, то к нему применима теория отражения и преломления электромагнитной волны от границы раздела двух сред. Поскольку в наших экспериментах проводились опыты по передаче электромагнитного излучения биологических объектов через систему зеркал, то логично предположить, что в нашем случае применима теория расчета отражения света от металлов.

В соответствии с теорией электромагнитных волн будем связывать плоскость векторного поля излученного биологическим объектом с плоскостью электрического вектора световой волны и посмотрим, что происходит с этим вектором при отражении от зеркальной металлической поверхности.

Такие изменения зависят, в основном, от структуры материала и геометрии отражающей поверхности зеркал. При отражении электромагнитных волн от поверхности металлического зеркала коэффициенты отражения для Р и S поляризованных электромагнитных волн записываются следующим образом [73]:

$$\frac{E_1}{E_0} = -\frac{\operatorname{tg}(\varphi_0 - \varphi_1)}{\operatorname{tg}(\varphi_0 + \varphi_1)} \quad (\text{для Р-компоненты поляризации}) \quad (2)$$

$$\frac{E_1}{E_0} = +\frac{\sin(\varphi_0 - \varphi_1)}{\sin(\varphi_0 + \varphi_1)} \quad (\text{для S-компоненты поляризации}) \quad (3)$$

В приведенные выше формулы Френеля входят значения углов падения φ_0 и преломления φ_1 , которые связаны соотношением:

$$\frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi_1} = n - iK \quad (4)$$

где n и K показатели преломления и поглощения металла, соответственно, или, иначе, коэффициенты, определяющие комплексный показатель преломления металла.

Для малых углов падения амплитудный коэффициент отражения от зеркала равен:

$$R_s = R_p = -\frac{n-1-iK}{n+1-iK} \quad (5)$$

И, соответственно, коэффициент отражения:

$$Z = |R|^2 = \frac{(n-1)^2 + K^2}{(n+1)^2 + K^2} \quad (6)$$

При малых углах падения на зеркало коэффициенты отражения Р и S компонент поляризации одинаковы, и разность фазовых сдвигов равна π , что на самом деле означает, что обе компоненты вектора E сохраняют свою ориентацию в пространстве.

При больших углах падения плоской электромагнитной волны на металлическое зеркало формулы Френеля для металлов сильно усложняются, однако мы не будем их рассматривать, воспользовавшись приблизительными выражениями, выведенными из формул, изложенных в работе [73].

В дальнейших расчетах будут сделаны следующие приближения:

- значения n и K для зеркальной поверхности остаются постоянными в некотором спектральном диапазоне;
- рассматривается «идеальное» зеркало, т.е. поверхность раздела не имеет обратного рассеяния или рассеяние на такой поверхности пренебрежимо мало;
- свойства отражающей поверхности не изменяются в течение времени эксперимента.

При условии $|(n - iK)^2| \gg 1$ приближенные выражения для энергетических коэффициентов отражения и разности фазовых сдвигов запишутся следующим образом

$$\operatorname{tg} \Delta \approx \frac{2 K \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\sin^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi - n^2 - K^2} \quad (7)$$

$$r_s = \frac{n^2 + K^2 - 2n \cos \varphi + \cos^2 \varphi}{n^2 + K^2 + 2n \cos \varphi + \cos^2 \varphi} \quad (8)$$

$$r_p = \frac{n^2 + K^2 - 2n \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi + \sin^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi}{n^2 + K^2 + 2n \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi + \sin^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad (9)$$

Значения n и K в оптическом диапазоне длин волн для различных металлов могут изменяться в достаточно широких пределах [73-74], но для массивного алюминия составляют 1,44 и 5,23 соответственно на длине волны $\lambda \approx 0,59$ мкм. [73]. Свеженапыленная пленка алюминия имеет практически постоянное значение коэффициента отражения, и, следовательно, значения n и K в диапазоне длин волн от 0,22 мкм до 15,0 мкм с незначительным провалом (<3%) в области ближнего инфракрасного диапазона электромагнитного излучения (0,85 мкм). По этим параметрам, сравнительно с другими металлами, алюминий может считаться почти «идеальным отражателем» без явно выраженной спектральной зависимости коэффициента отражения вплоть до радиодиапазона длин волн.

В качестве примера на рис. 2 приведены спектральные характеристики коэффициента отражения r (%) для свеженанесенных зеркальных покрытий из алюминия и серебра [74].

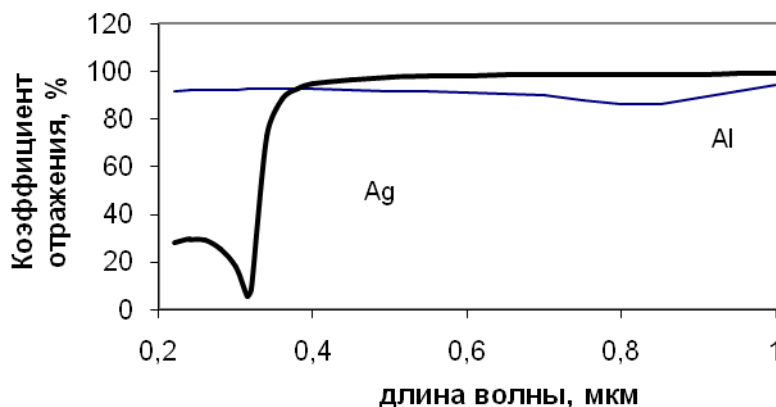


Рис. 2. Коэффициенты отражения для металлов для нормального падения.

Если подставить указанные для алюминия значения n и K в формулы (6...8), получим, что коэффициенты отражения равны ~86%, а разность фазовых сдвигов даже при угле падения 45° отличается от 180° не более чем на $14,5^\circ$. Значения угла фазового сдвига в диапазоне углов падения волны от 35° до 55° и характер изменения угла фазового сдвига приведены на рис. 3.

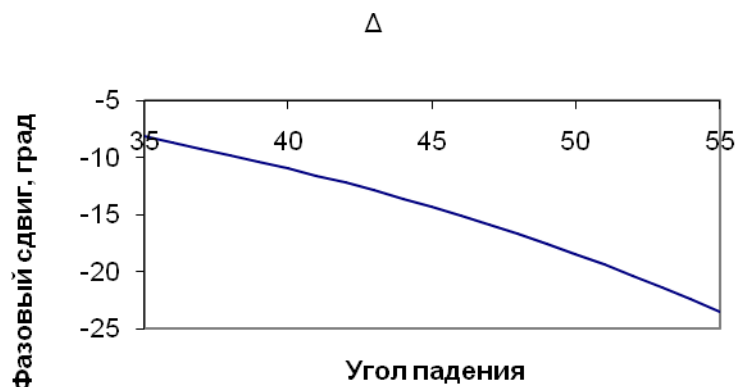


Рис. 3. Характер изменения фазового сдвига при наклонном падении поляризованной электромагнитной волны на алюминиевое зеркало.

В общем случае, при отражении от металлического зеркала плоскополяризованная волна становится эллиптически поляризованной, причем, поскольку разность

$\Delta = \delta_p - \delta_s < 0$ эллипс правополяризованный, т. е. конец этого вектора вращается по часовой стрелке (если смотреть навстречу падающей электромагнитной волне).

В самом деле, если сложить компоненты поля

$$E_p(t, z) = E_p \cos(\omega t - kz + \varphi_1) \quad (10)$$

$$E_s(t, z) = E_s \cos(\omega t - kz + \varphi_2) \quad (11)$$

после некоторых преобразований можно получить уравнение траектории, по которой движется конец вектора E в плоскости $Z = \text{const}$:

$$\left(\frac{E_p}{A_1}\right)^2 + \left(\frac{E_s}{A_2}\right)^2 - 2\frac{E_p E_s}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (12)$$

Из этого выражения видно, что в момент времени t_0 , для которого $\omega t_0 - kz + \varphi_1 = 0$

$$E_p(t_0, z) = A_1; \quad \frac{dE_s}{dt}(t_0, z) = -\omega A_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (13)$$

Поскольку $\varphi_2 - \varphi_1 = \delta_s - \delta_p$, $\frac{dE_p}{dt} < 0$, что соответствует право поляризованной волне (если смотреть навстречу падающей электромагнитной волне).

При $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi$ эллипс стремится к прямой линии, ориентация которой совпадает с ориентацией плоскости поляризации падающей волны.

Различием оптических свойств зеркал и объясняются результаты опытов, когда биоизлучение зародышей, отраженное от германиевого зеркала, ускоряло их последующее развитие, от алюминиевого - ускоряло в меньшей степени, тогда как от стеклянного - незначительно замедляло [25]

Наиболее значительный аутооптический эффект, имеющий отрицательные последствия для дальнейшего развития эмбрионов, оказывали кремниевые зеркала. Они не только резко замедляли дальнейшее развитие, но и обуславливали появление ряда аномалий у более 20 % эмбрионов в группе. В этих экспериментах использовали два варианта спектрально избирательных кремниевых зеркал. Известно, что в видимой области спектра вариации спектральных характеристик полупроводникового зеркала достигаются использованием диэлектрических покрытий. При этом за счет высокотемпературного окисления кремния на поверхности пластины создается тонкий слой окисла SiO_2 толщиной 0,1-0,3 мкм, прозрачной в области спектра 0,12-7,0 мкм (толщина слоя SiO_2 зависит от температуры и времени окисления). В соответствие с разной толщиной диэлектрического покрытия использованные нами кремниевые зеркала имели максимум отражения при $\lambda = 520$ нм (зеленое зеркало) и $\lambda = 650$ нм (красно-фиолетовое зеркало). Это позволяло менять спектральный состав возвращенного излучения. Было показано, что наибольший биологический эффект (замедления скорости развития и появления аномалий) отмечен при использовании зеленых зеркал.

Особо выделяются эффекты, полученные с использованием угловых световозвращателей (УСВ), которые выражены наиболее сильно по сравнению с подобными результатами, полученными на одиночных зеркалах [32,70].

Выбор именно данного типа световозвращателя, как устройства для управления дистантным взаимодействием, объясняется тем, что с его помощью осуществляется параллельный перенос падающего на него излучения, при этом фронты падающих и отраженных световых волн параллельны (рис.4), в отличие от зеркал, где это условие соблюдается только при нормальном падении. Обычно такие отражатели применяются в наземной и космической геодезии для высокоточной привязки текущих координат тех или иных объектов [75].

При взгляде на фронтальную поверхность УСВ хорошо видны рабочие сектора выходной

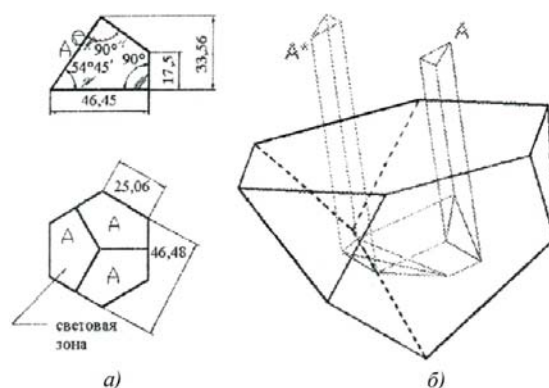


Рис. 4. Призмный УСВ: а – схема; б – прохождение световых лучей при переносе изображения.

плоскости, которые образованы ребрами трехгранной пирамиды и отражающей плоскостью, заключенной между ними. Наблюдатель может видеть шесть таких секторов. Как показал анализ, оптические свойства этих секторов будут попарно идентичны. Сектора с идентичными свойствами расположены симметрично относительно вершины пирамиды, образующей собственно УСВ.

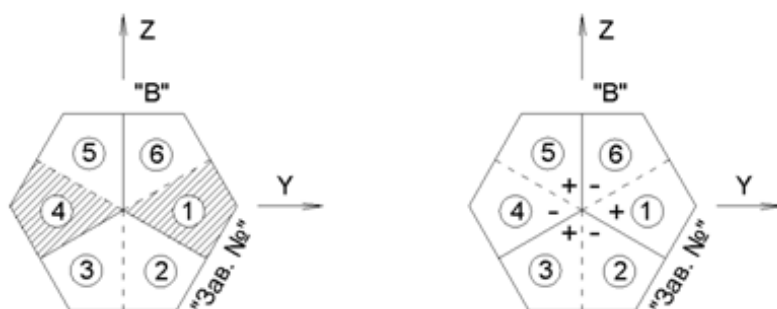


Рис. 5 Расположение секторов на входной грани УСВ

Сечение волнового фронта, падающего на входную грань призмного УСВ, делится его ребрами и их изображениями на шесть секторов (рис 5), причем вход излучения в каждый из секторов сопровождается его выходом из соответствующего противоположного сектора. Например, вход излучения в 1-й сектор приводит к его выходу из 4-го сектора

В первой серии опытов [76] экспериментальные группы эмбрионов, помещенные в закрытые спектрофотометрические кварцевые кюветы (прямоугольные, размером 40x10x10 мм), располагали на расстоянии 1 см от УСВ так, чтобы они могли оптически контактировать между собой только через УСВ, и изображение одной группы строго проецировалось на другую (рис.6)

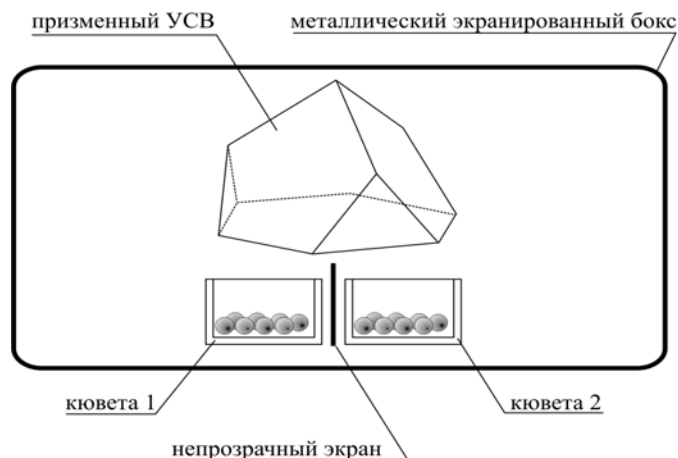


Рис. 6. Схема постановки опытов по влиянию УСВ на биологический эффект оптического контакта зародышей низших позвоночных. Расположение биообъектов под УСВ.

В каждую кювету помещали по 50–60 эмбрионов вьюна в возрасте 40 мин после оплодотворения (до начала дробления). Контролем служили эмбрионы из тех же кладок, содержащиеся в аналогичных условиях в кюветах, полностью изолированных друг от друга. Дополнительным контролем служили соответствующие группы зародышей в кварцевых кюветах, размещенные непосредственно одна на другой (прямой оптический контакт групп зародышей). И еще одним дополнительным контролем была аналогичная группа зародышей, оптически совмещенная через УСВ с кюветой без биологического объекта.

Во второй серии опытов экспериментальные группы эмбрионов того же возраста помещали в круглую кварцевую чашку Петри диаметром 35 мм, которую устанавливали строго под УСВ так, чтобы их центры совпадали. Как и в предыдущей серии опытов, эмбрионы (50-60 экземпляров) находились на расстоянии 1 см от поверхности УСВ. В этой серии отсутствовала строгая локализация эмбрионов к определенным секторам УСВ. Контролем служили эмбрионы из тех же кладок, содержащиеся в аналогичных условиях в чашках Петри, полностью изолированных друг от друга.

Через 20 часов после начала опыта, в каждой экспериментальной группе под микроскопом МБИ-9 определяли стадии развития эмбрионов по таблицам нормального развития вьюна, процент гибели и аномально развивающихся зародышей. Все эксперименты проведены в 12–15 кратной повторности. Всего проанализировано более 9500 эмбрионов. Все результаты обработаны статистически. Достоверность различий исследуемых параметров определяли по t-критерию Стьюдента.

Как оказалось, взаимодействие эмбрионов через УСВ в течение 20 – 24 часов изменяло динамику их дальнейшего развития по сравнению с контрольными группами. Во-первых, достоверно наблюдалось взаимодействие одновозрастных групп, чего никогда не наблюдалось при прямом оптическом контакте таких зародышей. Во-вторых, резко отличались последствия оптического контакта через УСВ для икринок вьюна низкого рыбоводного качества (низкий процент оплодотворения, для которой характерна гибель до 100% развивающихся эмбрионов в первые сутки развития). Так при размещении кювет с эмбрионами под противоположными секторами (кювета 1 и кювета 2 рис.4) УСВ наблюдалось выживание $\approx 60\%$ эмбрионов в кювете 1(под 4-м сектором УСВ) и 100% гибель эмбрионов, находящихся в кювете 2 (под 1-м сектором, рис7).

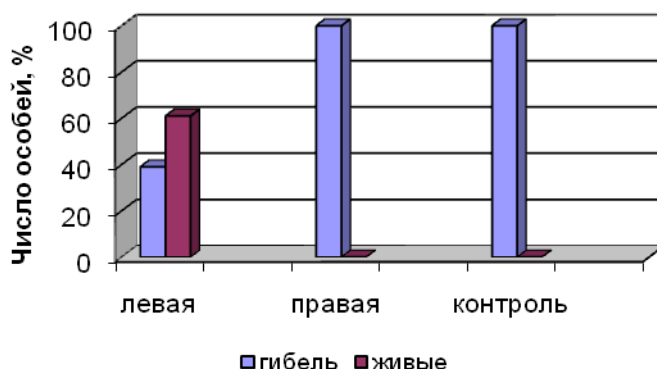


Рис. 7. Анизотропия УСВ при передаче дистантных взаимовлияний эмбрионов вьюна.

Исследовались и отдаленные последствия оптических взаимодействий эмбрионов. В обеих группах, взаимодействовавших через УСВ, наблюдается образование целого ряда аномалий развития некоторых органов и тканей, приводящих в последующем к дальнейшему увеличению смертности эмбрионов в этих группах.

Во второй серии опытов, при хаотичном расположении эмбрионов в круглых чашках Петри под всей поверхностью УСВ (отсутствие строгой привязанности к определенным секторам УСВ) через 20 часов после начала эксперимента наблюдается еще более мощное ускорение и рассинхронизация темпов развития в опытной группе (одновременно встречаются зародыши 13, 14, 15, 16 и 17 стадий) по сравнению с контролем (одновременно встречаются зародыши только 13 и 14 стадий).

Интересны результаты исследования [71] дистантных взаимодействий эмбриональной (стадия яйца) и имагинальной (двухсуточного возраста) стадий *Drosophila melanogaster* линии дикого типа «Домодедовская – 32», через УСВ с боковой гранью 46 мм (рис.6).

Питательная среда приготавливалась по стандартной методике и заливалась в кварцевые кюветы. Для получения большого количества одновозрастных яиц использовали метод, описанный Боденштейном: 5-6-дневных виргинных самок (20-30 штук) помещали с таким же количеством 2-3-дневных самцов в пробирку (10 x 2,5 см) с кормом. Мухам давалась возможность спариваться в течение часа, после чего самцы удалялись из пробирки, а самки переносились в кюветы со свежей питательной средой (которые затем и использовались в экспозиции с имаго) на один час. Яйца, отложенные за этот период, отличаются друг от друга по возрасту не более чем на 2 часа. В другую группу кювет непосредственно перед началом экспозиции вносились двухсуточные имаго в количестве 20-ти особей (10 виргинных самок и 10 самцов). Следует также отметить, что во всех вариантах опытов экспериментальные имаго без наркотизации и сотрясений пересаживались в новые кюветы на свежую питательную среду каждый 1 час (после чего восстанавливался контакт с кюветой с эмбрионами) вплоть до окончания взаимодействия. Это делалось для того, чтобы экспонирующиеся эмбрионы контактировали только с имагинальной стадией (без развивающегося в их кювете потомства) и чтобы общее количество отложенных за это время яиц было соотносимо с таковым в случае использования «чистой» эмбриональной стадии в качестве взаимодействующей группы.

Для каждой возрастной стадии брался отдельный контроль. Пара экспериментальных кювет взаимодействовала через оптически сопряженные первый и четвертый сектора УСВ, оказывающих наибольшее биологическое действие. Кроме взаимодействия через УСВ проводилось прямое дистантное взаимодействие указанных онтогенетических стадий.

В связи с проявлением несимметричных свойств оптического пути попарно-симметричных зон УСВ эксперимент проводился в двух вариантах:

1. I сектор – эмбрионы, IV сектор – имаго; 2. I сектор – имаго, IV сектор – эмбрионы. Не используемые в эксперименте сектора закрывались черной бумагой. Все кюветы помещались в большой металлический контейнер для защиты от внешних электромагнитных воздействий. Взаимодействующие и контрольные группы экранировались друг от друга непрозрачной ширмой. После завершения периода экспозиции кюветы в определённые моменты развития дрозофилы изымали из стерилизатора для выявления произошедших изменений, которые оценивались визуально (без открывания кювет) с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-9, а также фотографировались камерой «Sony» через оптическую систему микроскопа.

Каждый из вариантов опыта (с отдельными контрольными группами для каждого) проведён в 15-кратной повторности. Данные обработаны статистически, достоверность отличий определялась по t-критерию Стьюдента и U-критерию Пуассона (для редко проявляющихся аномалий развития).

Проведённые эксперименты показали, что прямые дистантные взаимодействия эмбрионов и имаго дрозофилы приводят к значительному снижению выживаемости во всех вариантах экспериментов в зависимости от времени экспозиции. При этом в развитии группы исходных эмбрионов (рис.8) основное уменьшение выживаемости наблюдается в период от эмбриональной стадии до стадии куколки (рис.3а), а при дальнейшем развитии до стадии имаго наблюдается лишь незначительное дальнейшее снижение этого показателя (рис.8б). Это свидетельствует о том, что основное поражающее действие оптического контакта со взрослыми мухами приходится на эмбриональную и личиночный периоды развития.

Оптический контакт эмбрионов и имаго через УСВ приводит к значительному изменению характера выживаемости по сравнению с прямыми дистантными взаимодействиями. Наиболее мощное поражающее действие наблюдается в I секторе. При этом значительное уменьшение выживаемости происходит не только в период от эмбриональной стадии до стадии куколки (рис.8а), но и от стадии куколки до стадии имаго (рис.8б). Эффект доза-зависимый. В отличие от этого в IV секторе наблюдается сохранение выживаемости на высоком уровне как от эмбриональной стадии до стадии куколки, так и от стадии куколки до стадии имаго. Выживаемость в период от эмбриональной стадии до стадии куколки не имеет достоверных отличий от контроля (при экспозиции в течение 0,5 часа), либо они слабо выражены ($p \leq 0,05$). Но от стадии куколки до стадии имаго выживаемость снижается и переходит на следующий высоко достоверный уровень различий по сравнению с контролем ($p \leq 0,001$). Результат не зависит от времени экспозиции (доза-зависимый эффект отсутствует).

Для выявления отсроченных эффектов действия эмбрионов на взрослых мух изучали особенности выживаемости потомства первого поколения (F_1) от экспонированных имаго при их исходном взаимодействии с группой эмбрионов (рис.9). Как показали проведенные эксперименты, эффекты дистантного взаимодействия эмбрионов и имаго проявляются при развитии имаго F_1 . При прямых дистантных взаимодействиях после небольших периодов экспозиции родительских имаго выживаемость имаго F_1 имеет высокие значения, не всегда достоверно отличающиеся от контрольных.

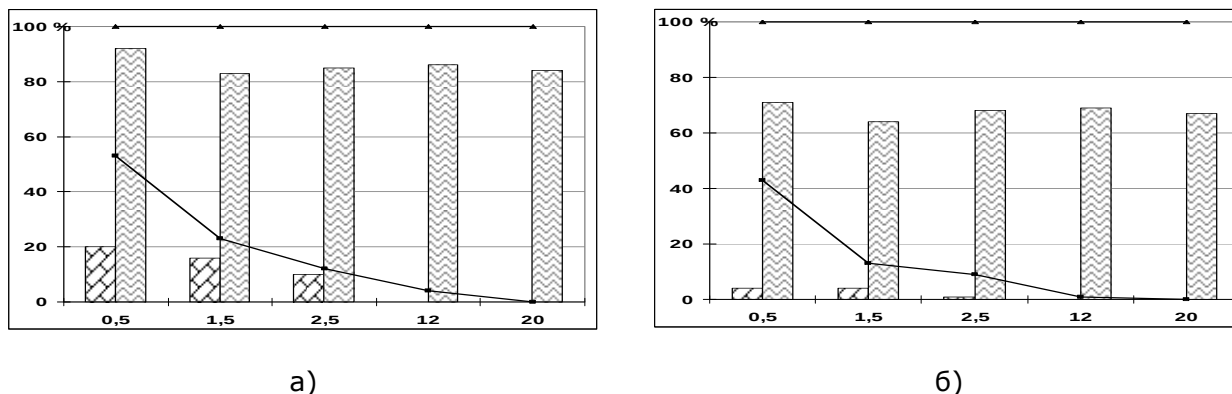


Рис.8. Выживаемость особей после прямого дистантного взаимодействия и через разные сектора УСВ: а) – от стадии яйца до развития куколок из экспонированной эмбриональной стадии; б) – от стадии куколки до развития стартовых эмбриональных групп в стадию имаго. По оси абсцисс отложены временные периоды взаимодействия возрастных групп (часы), а по оси ординат – данные в процентах по отношению к контролю, принятому за 100 %).

Условные обозначения:
 УСВ (эмбрионы в I секторе) УСВ (эмбрионы в IV секторе)
 Контроль Прямой оптический контакт

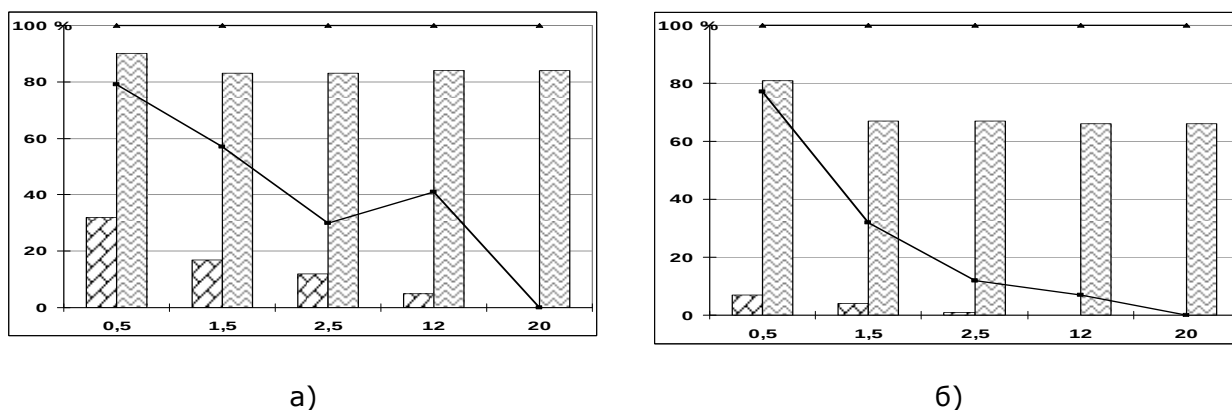


Рис.9. Выживаемость особей после прямого дистантного взаимодействия и через разные сектора УСВ: а) – от стадии яйца до формирования куколок, - будущих имаго F_1 (потомков экспонированных имаго); б) – от стадии куколки до формирования имаго F_1 (потомков экспонированных имаго)

УСВ (имаго в I секторе) УСВ (имаго в IV секторе)
 Контроль Прямой оптический контакт

При более продолжительных временных интервалах взаимодействия выживаемость F_1 от эмбриональной стадии до стадии куколки и от стадии куколки до стадии имаго достоверно ($p \leq 0,001$) снижается. Эффект доза-зависим. Эффекты дистантных взаимодействий через УСВ в IV секторе имеют сходный характер с таковыми при наблюдении группы изначально экспонированной эмбриональной стадии. А в группе имаго F_1 , родительские имаго которых помещали в I сектор, наблюдали более высокие значения выживаемости, чем в группе исходных эмбрионов (рис.9б).

При действии УСВ на экспериментальные группы во всех вариантах опыта наблюдается появление особей имаго, имеющих аномалии развития крыльев (рис.10).

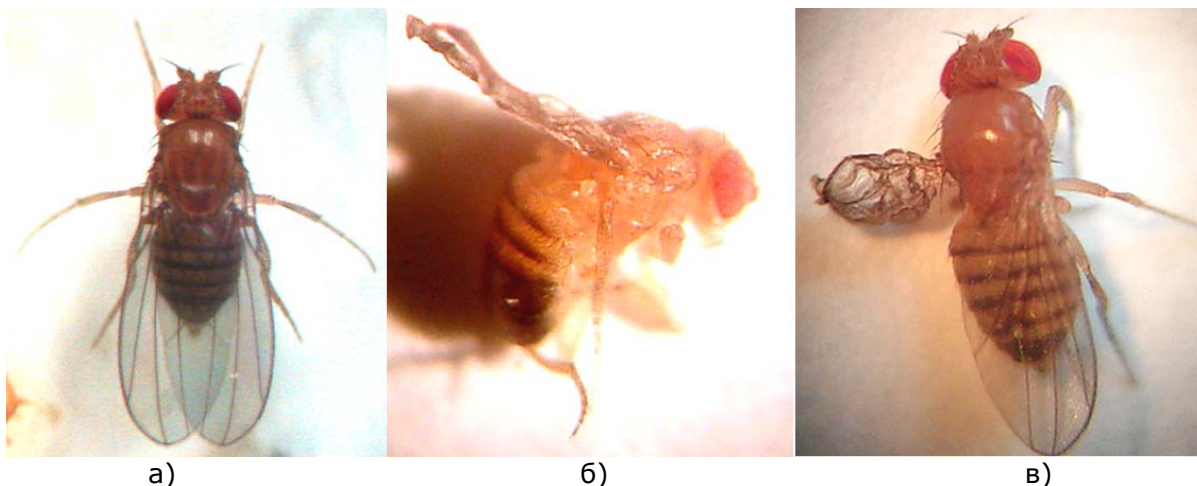


Рис. 10. Проявляющиеся при дистантных взаимодействиях аномалии развития крыльев у имаго дрозофилы: а) – норма; б) – симметричная деформация крыльев; в) – несимметричная деформация крыльев

Максимальное их количество наблюдается при временном периоде экспозиции 2,5 часа. Таким образом, дистантные взаимодействия групп эмбрионов и имаго оказывают существенное влияние на их выживаемость. Разные сектора УСВ по-разному влияют на выживаемость экспериментальных групп. В I секторе наблюдается резкое угнетение выживаемости по сравнению с прямыми дистантными взаимодействиями, носящее доза-зависимый характер, а в IV секторе наоборот – стабилизация выживаемости на более высоком уровне при отсутствии доза-зависимого эффекта. Это несомненно свидетельствует о неодинаковой трансформации биоизлучения эмбрионов или имаго при прохождении их из I сектора УСВ в IV или наоборот, из IV в I. Проявление эффекта дистантного взаимодействия среди F_1 свидетельствует о том, что они (взаимодействия) в значительной степени затрагивают репродуктивную способность (систему) взрослых особей дрозофилы.

При плотном оптическом контакте двух кювет 100%-ная летальность более ранней онтогенетической стадии (т.е., в данном случае, личинок) наблюдается уже на 5-е сутки совместной экспозиции. Важно отметить, что гибель экспериментальных объектов происходила почти одновременно, в течение 1-2 часов: личинки достигают стадии третьего возраста и, не смотря на обилие питательной среды, погибают, не окукливаясь.

Спустя 7 суток после начала экспозиции в кюветах 1 и 2 погибали все особи (и имаго, и личинки соответственно), в отличие от контрольных, изолированных от контакта с соседними, кювет. Однако в кювете №1 спустя ещё одни сутки появлялись личинки первого возраста (из яиц, отложенных погибшими родительскими имаго). Их количество не отличалось от такового в контроле и составляло 25 ± 4 особи; не были отмечены также какие-либо морфоанатомические изменения. Примечательно, что их появление опережало таковое в контрольных образцах на 2 – 3 суток при одинаковом возрасте родительских имаго! Вероятно, это может быть связано либо со стимуляцией откладки яиц у имаго из УСВ (при их контакте с более ранней онтогенетической фазой), либо с возникновением определённых опережающих механизмов развития на самой эмбриональной стадии развития DM.

На 8-е сутки эксперимент несколько изменяли: кювета №1 (УСВ, 1 сектор) с «ранними» личинками остаётся на месте, а на 4-ый сектор помещалась кювета с эквивалентным количеству личинок число куколок (~ 25). Сразу же готовилась контрольная кювета с 25 куколками. Взаимодействие куколок поздней стадии (1,5 – 2 суток до вылета имаго) с этими личинками в течение 5 суток приводит к интересным результатам: в кювете с куколками не вылетела ни одна взрослая особь (100%-ная летальность), а личинки в соседней кювете не погибли. Кроме того, их возраст составляет уже почти 8 суток. На этой стадии обычно остаётся около 40% личинок третьего возраста, а большинство из них уже окукливается. В данном же случае личинки по своим размерам и степени прозрачности соответствуют лишь личинкам первого возраста! Они, как и пять суток до сего момента, остаются в 2-3 раза мельче «сверстников»! Это наблюдалось на 5-е сутки экспозиции (плюс к тем семи, которые уже прошли). Через 20-25 часов все эти личинки погибали (незначительные размеры, невозможность окукливания).

В аналогичном опыте личинки также взаимодействовали с поздними куколками в течение 5-ти суток со 100%-ной гибелью последних. Но экспозиция на этом не заканчивалась. Теперь взаимодействие уникальных личинок через уголок проводилось с хорошо развившимися в обычных условиях имаго (трёхсуточного возраста), а контролем являлись личинки, выведенные из эксперимента через пять суток аналогично вышеописанному случаю. Контрольные личинки погибали, как и в первом случае, примерно через 20-25 часов, а экспериментальные – через 7-7,5 суток даже могли окукливаться, метаморфизуясь в куколок, аномально маленьких!.. Можно сделать вывод о том, что в подобном случае воздействие старшей фазы оказало «оживляющее» действие на младшую (хотя в подавляющем большинстве экспериментов такого типа нами обнаруживалась обратная закономерность).

За столь длительное время в кювете с имаго уже начало развиваться F_1 ; личинки догнали и перегнали «соседей», а примерно 30% из них уже начали окукливаться. Жизненный цикл, протекающий в кювете с исходными имаго, не имел достоверных отличий от контроля (которым служила кювета с таким же количеством имаго, выросших в обычных условиях) по численности особей F_1 , выживаемости и продолжительности отдельных онтогенетических стадий и самого жизненного цикла.

Общая продолжительность аномальной личиночной стадии составила т.о. 11-12 суток, что почти соответствует нормальной продолжительности всего жизненного цикла DM, следовательно, можно констатировать достоверное удлинение личиночной стадии жизненного цикла. Дальнейшее наступление стадии куколки было характерно для примерно 35% крохотных личинок. А ещё через трое суток из всех крохотных куколок вылупились крошечные имаго! Правда их жизнеспособность оказалась невелика, и ещё в течение двух суток все они погибли.

Общая продолжительность жизненного цикла необычных мух при температуре 24 °C составила 19-20 суток, тогда как контроль при той же температуре развивался за 10-11 суток. Т.е. наблюдается достоверное удлинение жизненного цикла мух, контактирующих на стадии личинки через первую секцию УСВ попеременно: с менее старшей (личинки) (пока происходит взаимодействие с имаго-родителями необычных форм), более старшей (куколки) (родительские имаго уже погибли, но вылупились личинки), а затем с «ещё более старшей» (имаго) онтогенетической стадией, примерно на 172-190%. Также следует отметить, что, вероятно, собственно эмбриональный период развития в столь длительном жизненном цикле имеет меньшую продолжительность, нежели в норме, т.к. личинки вылупляются раньше обычного (см. выше), и продолжительность всего цикла увеличивается преимущественно за счёт личиночной стадии.

Такие изменения эмбрионального развития при дистантном взаимодействии одновозрастных групп эмбрионов через УСВ могут свидетельствовать об определенном изменении ряда физических параметров сверхслабого излучения биообъектов.

Возникает вопрос, каким образом УСВ может повлиять на естественное развитие того или иного биообъекта. По-видимому, надо учитывать следующие обстоятельства. Во первых, они обладают свойством возвращать любое излучение обратно к источнику, иными словами, каждый излучающий объект «видит» себя. Поскольку возвращаемое излучение когерентно с исходным, амплитуда результирующего излучения определяется, как сумма двух амплитуд. Из сказанного можно сделать вывод, что если направленность излучения биообъектов связана с синхронизацией определенных биохимических процессов, очевидно, что сбой такой синхронизации неизбежно приведет к изменению конфигурации электромагнитного поля. Одной из причин такого сбоя может стать появление дополнительных волн с фазовой скоростью, значительно превышающей световую, что имеет место при наложении встречных электромагнитных полей при установке УСВ. В данном случае мы говорим о существовании в рамках изложенной модели существования стоячих и бегущих волн. Обычно, кроме стоячих волн в среде присутствуют и бегущие волны, подводящие энергию к местам ее поглощения или излучения. Суперпозиция падающей и отраженной от границы раздела электромагнитной волны может быть записана следующим образом (в терминах классической электродинамики):

$$E_{\Sigma} = A_{nad} \exp(jk_0 x) + A_{omp} \exp(-jk_0 x) \quad (14)$$

$$H_z = (\rho)^{-1} \cdot [A_{пад} \exp(jk_0 x) - A_{отр} \exp(-jk_0 x)] \quad (15)$$

где: E_z , H_z – вектора напряженности электрического и магнитного полей соответственно.,
 $A_{пад}$ и $A_{отр}$ – амплитуды падающей и отраженной волн.,
 k_0 – волновое число.,
 x – координата точки, где определяется напряженность электромагнитного поля.,
 ρ – волновое сопротивление среды распространения.
 Если перейти от описания комплексных амплитуд (выражение 3.1 и 3.2) к записи в виде гармонических колебаний, то для «плоского», двумерного случая получаем:

$$E_z = 2E_m \cos(k_0 x) \cdot \cos(\omega t) \quad (16)$$

$$H_z = 2(\rho)^{-1} \cdot E_m \sin(k_0 x) \cdot \sin(\omega t) \quad (17)$$

где: E_m – напряженность электрического поля падающей волны.

Совокупность такого рода электромагнитных полей при соблюдении ряда условий способна образовывать устойчивую динамическую картину, при этом стоячие волны образуют некий «каркас» электромагнитного поля живого организма, а бегущие волны обеспечивают перекачку энергии к местам ее поглощения, что должно, вероятно, обеспечивать восприимчивость живых систем к излучениям такого рода.

В работе [46] показано, что при наличии некоторого угла ϕ между волновыми фронтами взаимодействующих волн, помимо стоячей волны, локализованной между излучателем и источником, в перпендикулярном направлении образуется волна, фазовая скорость распространения которой характеризуется значениями порядка $c/\sin\Psi$, где c – скорость света в среде, а Ψ – угол между падающим и отраженным лучами, причем направление ее распространения определяется вектором наклона отраженного луча, заданного неточностями изготовления двугранных углов УСВ. Такой случай реализуется при установке УСВ рядом с излучающим биообъектом, когда происходит взаимодействие двух противоположно направленных электромагнитных волн. Этим обстоятельством можно объяснить отличия воздействий светоотражателей с разными формами диаграмм в «дальней зоне», поскольку сами диаграммы определяются величинами двугранных углов при вершине. Можно предположить, что следствием этого и являются те резкие изменения в развитии «самооблучаемых» живых объектов по сравнению с контролем, о которых мы говорили в наших предыдущих публикациях [32, 70-72].

Наконец, нужно учитывать одно важное обстоятельство. При сложении векторных электромагнитных полей при соответствующей их синхронизации возникают устойчивые пространственные фигуры «энергетических потоков» с устойчивой конфигурацией и определенной локализацией. Примеры такой конфигурации лучше всего показать на хорошо известных фигурах Лиссажу, которые изображают линии результирующего электромагнитного поля в результате сложения взаимно перпендикулярных гармонических колебаний.

Рассмотрим трехмерное изображение комбинированного поля, образованного сложением гармонических колебаний по осям X, Y.

$$Y = \sin(\omega_1 \cdot t) + \sin(\omega_2 \cdot t); \quad X = \cos(\omega_3 \cdot t + \varphi) \quad (18)$$

На этом простом примере можно наглядно показать, к чему приводит разнообразие фазовых и частотных соотношений в слагаемых результирующего поля. На рисунках 11, 12, 13 показан вид суммарного поля при различных соотношениях частот $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3$, вид которых напоминает известных персонажей из живой природы. Интересно, что устойчивые во времени пространственные картины распределения суммарного поля могут существовать только для дискретных значений соотношений $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3$, иными словами, устойчивость различных форм квантуется. Изменение одной из частотных составляющих может кардинально изменить картину суммарного поля, как это видно из сравнения рис 13 и рис 14. Как видно, «голова кота» на рисунке 13 превратилась во что-то, больше напоминающее «ствол дерева». Не в этом ли заключается функциональная роль генетического набора, который задает определенный спектр частот, свойственный данному виду?

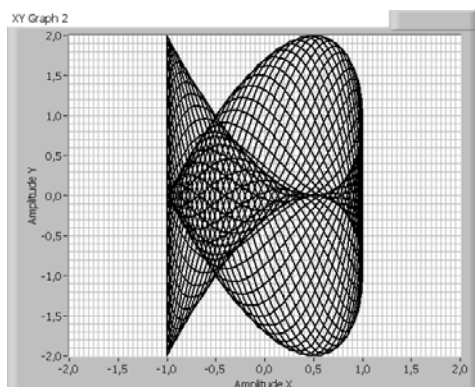


Рис.11 Результат суперпозиции гармонических колебаний при гармонических колебаний $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 = 2,0:70:1,0$ при

$$\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 = 4,52:1,5:1,0$$

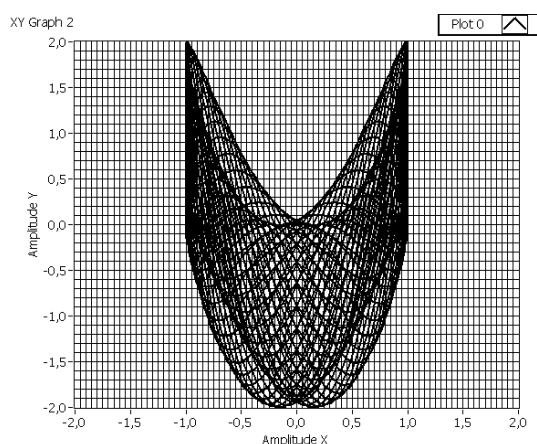
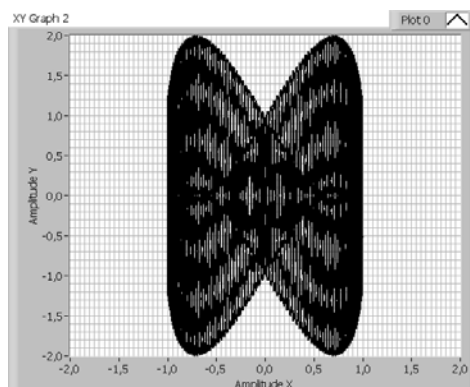


Рис 13. Результат суперпозиции при

$$\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 = 2,0:4,52:1,0 \text{ и } \varphi = 0,6$$

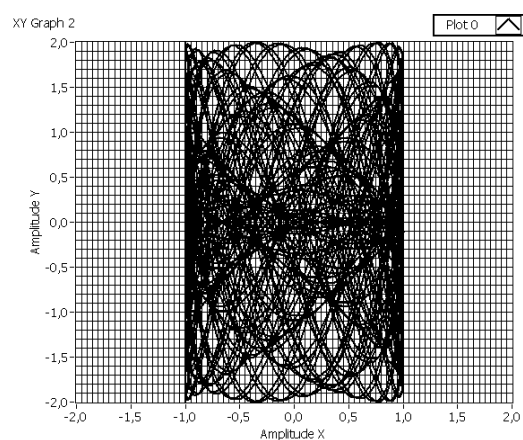


Рис.14 Результат при изменении ω_3 на 20%

Дополнительным «возмущающим фактором» является синхронность сложения гармонических полей. При нарушении синхронизации возникают искажения, которые, если они стабильны во времени, могут соответствовать некоторым патологиям в развитии живого организма, но не приводят к его гибели. Пример такой «патологии» показан на рис 15а, где фазовый сдвиг изменен на 0,1п. Результирующее поле по-прежнему стабильно, хотя и изменено по сравнению с рис 11. Другое дело, если изменено соотношение частотных составляющих. Поле становится нестабильным, как это показано на рис 15б и 15в, где одна из частотных компонент изменена на 1%.

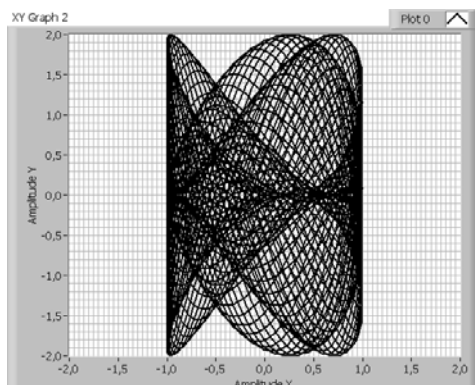


Рис. 15а

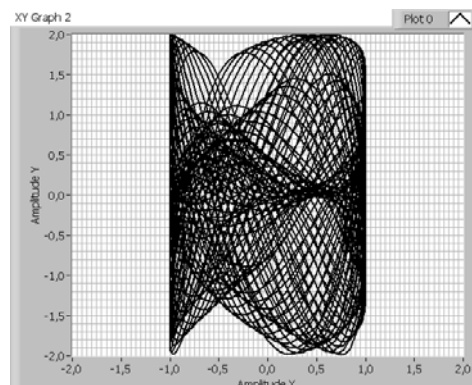


Рис. 15б

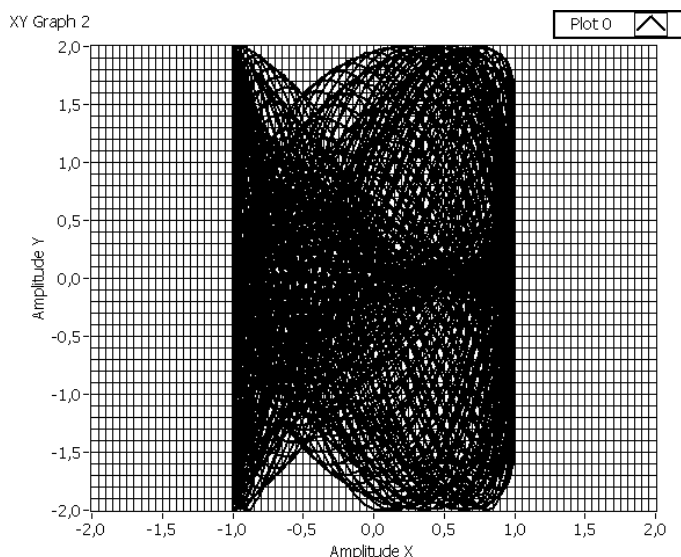


Рис. 15в. То же, что на рис 156, время в два раза увеличено.

Неустойчивая форма. Время конечно.

В то же время интерес представляет временная развертка результатов такой суперпозиции, которая позволит выявить наличие периодичности происходящих процессов вдоль «стрелы времени» [77]. Отсутствие такой периодичности приводит к нарастанию отклонений и со временем процесс охватывает всю амплитудную плоскость. Так описываются нарастающие дисфункции (рис15в) в процессе развития организма, что, в конце концов, приводит к его гибели. Не состоит ли задача геронтологии в выявлении и поддержке повторяемости (периодичности) жизненных процессов в живом организме? Кроме того, видимо имеет смысл говорить о «биологических часах», связанных с частотой повторяющихся циклов, замыкающих ту или иную конфигурацию «архитектурного поля». Например, соотношение времен, требуемых для замыкания фигур при изменении соотношения $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3$ с 1:2:3 на 0,8:2:3 изменяется в 4 раза.

С этих позиций и следует объяснять то сильное воздействие, которое УСВ оказывает на развивающийся организм. При этом имеет значение, что составляющие векторов поля соответственно складываются, нужно просто знать их пространственную ориентацию. Важно, что сам угловой световозвращатель меняет ориентацию падающего на него вектора на противоположную, как это показано на рис.16. Кроме того, при приближении к световозвращателю начинают сказываться дополнительные отражения от граней УСВ, в результате которых отраженные изображения перпендикулярны по отношению к исходному (рис.17).

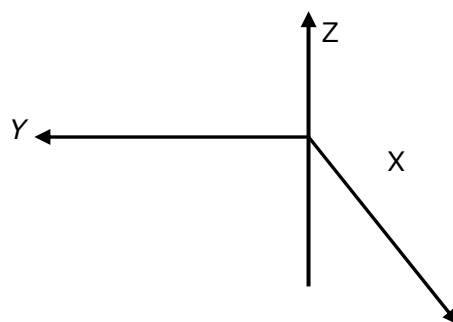
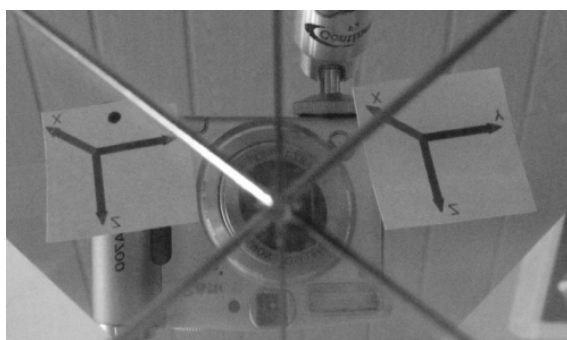


Рис.16 Вид системы координат (справа – исходное положение) после отражения от углового световозвращателя.

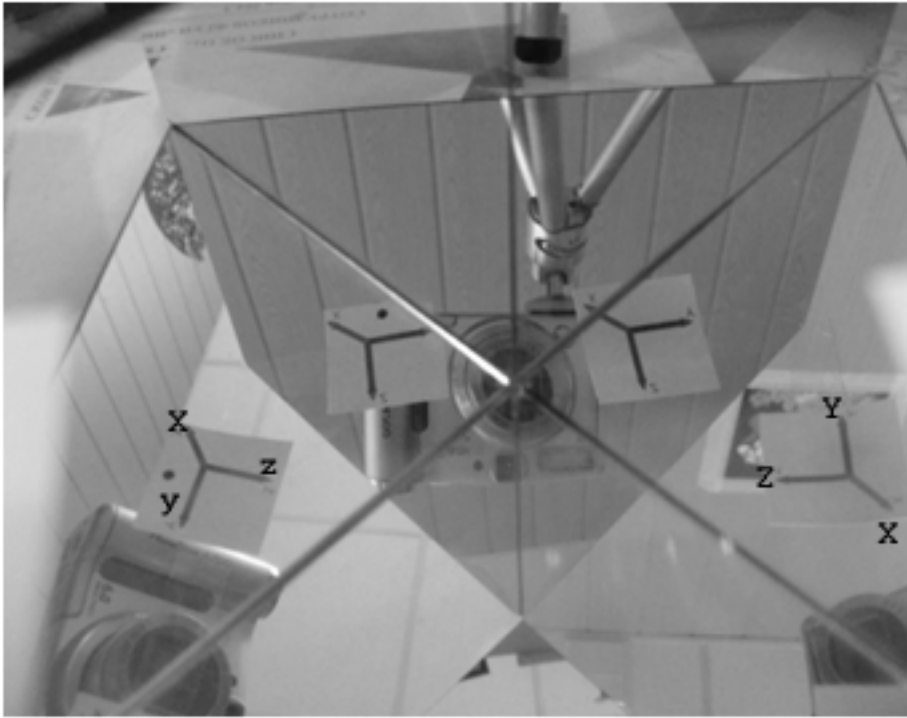


Рис.17 Ориентация координатных осей в дополнительных отражениях в левом и правом секторах углового светоотражателя.

Рассмотрим на простейших примерах, к чему может приводить сложение исходного и отраженного излучений при подобных поворотах векторных полей. Исходное поле можно записать в виде пространственного сложения трех гармонических колебаний.

$$\begin{aligned} Y &= \sin(\varpi_1 \cdot t); \\ X &= \sin(\varpi_2 \cdot t); \\ Z &= \sin(\varpi_3 \cdot t); \end{aligned} \quad (19)$$

Пренебрегая изменением амплитуд при отражении (световозвращатель находится в непосредственной близости от объекта) суммарное поле будет отличаться от исходного добавлением отраженных компонент:

$$\begin{aligned} Y &= \sin(\varpi_1 \cdot t) + \sin(\varpi_{omp1} \cdot t + \varphi_1); \\ X &= \sin(\varpi_2 \cdot t) + \sin(\varpi_{omp2} \cdot t + \varphi_2); \\ Z &= \sin(\varpi_3 \cdot t) + \sin(\varpi_{omp3} \cdot t + \varphi_3). \end{aligned} \quad (20)$$

Вид суммарного поля будет зависеть от фазовых сдвигов φ и соотношения исходных частот ω и $\omega_{отр}$. Могут быть случаи сложения колебаний с одинаковыми частотами (например, при отражении от обычного зеркала), вычитание полей при сложении их в противофазе (отражение от углового световозвращателя, рис) или сложение колебаний при повороте самой конфигурации поля (поворот самой системы координат при переотражениях в световозвращателе, рис.8). Если при сложении исходного поля с тем же полем, отраженным от обычного зеркала, общая конфигурация меняется мало, то после отражения от углового световозвращателя ситуация сильно изменяется. Очевидно, что при сложении полей в противофазах суммарное поле по сравнению с исходным будет уменьшено. Идет как бы подавление исходного поля. Возможно, этим обстоятельством объясняется задержка в развитии зародышей вьюна, описанная нами в работе [70]. При сложении полей, которые при отражении сами разворачиваются, суммарная конфигурация поля сильно отличается от исходной. Это наглядно показано на рис.18-20, где изображены исходная и результирующие конфигурации, возникающие в правом и левом секторах углового световозвращателя.

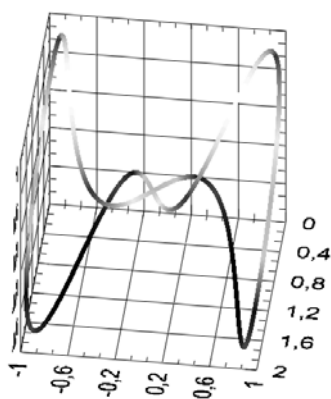


Рис. 18 Конфигурация исходного поля в трех координатах.

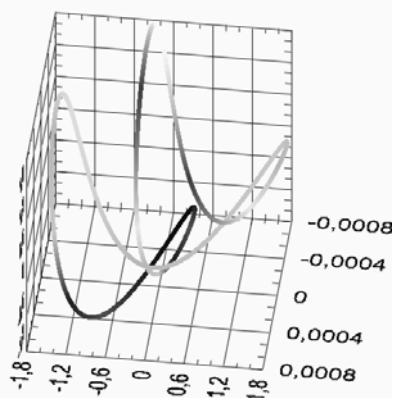


Рис 19 Изменение конфигурации поля в левом секторе углового световозвращателя. Активность по одной из осей резко подавлена, масштаб по этой оси сильно увеличен.

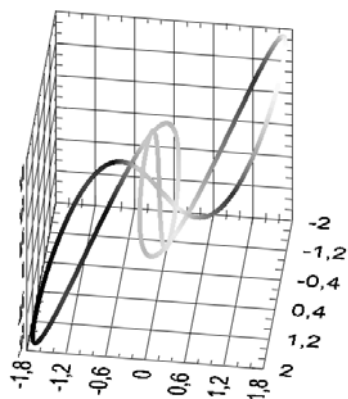


Рис 20 Изменение конфигурации поля в правом секторе углового световозвращателя.

Указанные соображения могут объяснить те результаты, которые были описаны нами ранее. Напомним, что эти результаты можно свести к следующему:

- 1 – при оптическом взаимодействии через световозвращатель куколок с личинками происходит гибель куколок и замедление роста личинок.
- 2 – размер личинок в 2-3 раза меньше, чем в контрольных образцах.
- 3 – замедляется процесс развития дрозофил в стадии личинок (более, чем в два раза).
- 4 – выявлена анизотропия воздействия в зависимости от расположения биообъектов под секторами УСВ.

5 – при использовании УСВ реализовано дистантное взаимодействие эмбрионов, находящихся на одной стадии развития, что невозможно при прямом оптическом контакте таких эмбрионов.

И, наконец, был проведен опыт с совершенно различными биообъектами – с дрозофилами и прорастающими семенами пшеницы [78], которые показали, что:

1 – у отдельных особей дрозофил появляются гипертрофированные конечности и крылья (рис. 21).

2 – у прорастающих корешков пшеницы появляется несвойственная им окраска.

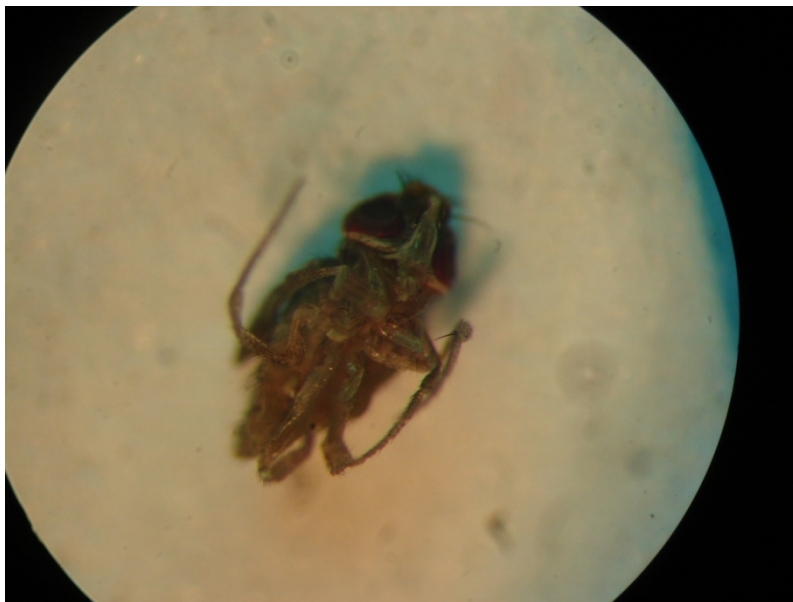


Рис.21. Гипертрофированные конечности и крылья у дрозофилы

Все эти явления можно объяснить с учетом высказанных выше соображений, а именно: УСВ всегда возвращает падающее на него излучение обратно к источнику. При этом излучение от биологического объекта взаимодействует с отраженным от зеркальных граней УСВ излучением. Происходит когерентное сложение излучаемой и отраженной электромагнитных волн, в результате чего изменяется фазовый образ электромагнитного поля биологического объекта, его пространственные и поляризационные характеристики. Взаимодействие эмбрионов, находящихся на одной стадии развития, взаимовлияние разновозрастных и разновидных организмов может объясняться тем, что собственное электромагнитное поле подавляется прямым отражением от углового светоотражателя. В этом случае сильнее сказывается поле другого объекта. Различие результатов, полученных в разных секторах, может объясняться различием в развороте изображений биообъекта и соответствующим изменением результирующего поля (рис 18-20). Во всех случаях УСВ играет роль искажающего фактора, вносящего определенный дисбаланс в собственное электромагнитное поле выбранных объектов. В процессе передачи от одного биологического объекта к другому происходит изменение информации о характере развития биологической системы. Биологический объект с подавленным собственным полем готов принять излучение соседнего объекта как значимое.

И, наконец, поскольку при наложении когерентных полей всегда возникает интерференционное поле, в нем, как показано в работе [79], возникают дислокации волнового фронта. Особенность таких дислокаций состоит в том, что в них происходят скачки фазы волны на π , причем градиент фазы не ограничен. Соответственно, в самих волнах тоже возникают «разрывы», которые, видимо, могут играть дестабилизирующую роль в развитии живого организма. На рис. 22 показана интерферограмма, показывающая качество изготовления УСВ.

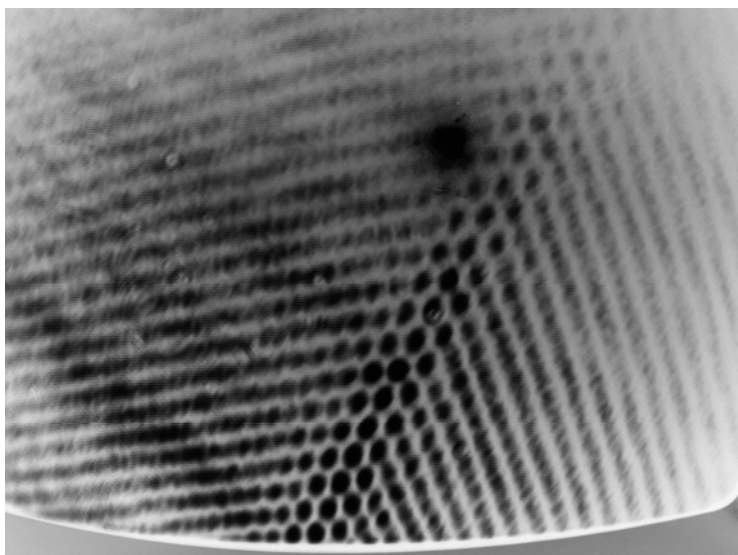


Рис. 22. Интерференграмма передней плоскости УСВ

На рисунке видны дислокации полос интерференции на гранях устройства и отчетливо прослеживается изменение фазы волны при отражении от соседних граней (поворот полос интерференции). Таким образом, мы видим, что влияние УСВ на собственное электромагнитное излучение биологического объекта не может быть сведено только к сложению амплитуд собственного и отраженного от УСВ излучения. Поэтому необходимо учитывать картину изменения фазового распределения в результирующем поле. В этой связи совокупное действие фазовых возмущений будет изменять общее поле биологического объекта. Такие искажения могут быть значительными, учитывая свойства т.н. «стоячих волн», которые образуются при наложении двух электромагнитных колебаний, распространяющихся навстречу друг-другу.

Ранее мы не касались вопроса о спектральном диапазоне излучения биообъектов. Мы можем предположить, что речь должна идти о сантиметровом диапазоне длин волн с частотой порядка 10^{10} Гц. Это следует из опыта с подавлением собственного излучения биообъектов угловым световозвращателем. Как показано выше, возвращаемое излучение направлено противоположно исходному. Учитывая периодический характер самих электромагнитных волн, при его возвращении к источнику фаза не должна сильно измениться, чтобы успеть подавить излучение источника. При заданных в наших опытах расстояниях (порядка нескольких миллиметров) длина волн, удовлетворяющих таким требованиям должна быть, как минимум, на порядок больше, т.е. должна составлять, как минимум, сантиметры, т. е. лежать в диапазоне порядка 10^{10} Гц или меньше. Возникает вопрос, может ли излучение, лежащее в радиодиапазоне, проникнуть в УСВ столь ограниченных размеров, как использованные УСВ с диаметром 22мм.

В дифракционных задачах часто решается вопрос о прохождении излучения через отверстия. При этом радиус R первой зоны Френеля, не препятствующий такому прохождению, определяется формулой:

$$R = \sqrt{\frac{ab}{a+b}} \lambda, \quad (21)$$

где a и b – расстояния от источника излучения до приемника, λ – длина волны излучения. Если считать, что $a = b = 5$ мм, а $\lambda = 50$ мм, получим $R = 11,2$ мм, что практически совпадает с фактическим размером УСВ.

Таким образом, результаты опытов с угловым световозвращателем можно считать прямым подтверждением предположения Г. Фрёлиха о наличии собственного электромагнитного поля клеток в диапазоне 10^{10} Гц, которое Фрёлих связывал с возможностью когерентного возбуждения плазматических мембран клеток [48]. В связи с этим необходимо отметить, что в этом диапазоне обрезка краев УСВ приводит к значительным дифракционным явлениям. Именно в этой области в отраженном от углового отражателя излучении наблюдаются резкие фазовые скачки. Такие скачки так

же приводят к резким изменениям конфигурации поля. Пример его изменения при скачке фазы одной из составляющих на $\pi/2$ показан на рис 23.

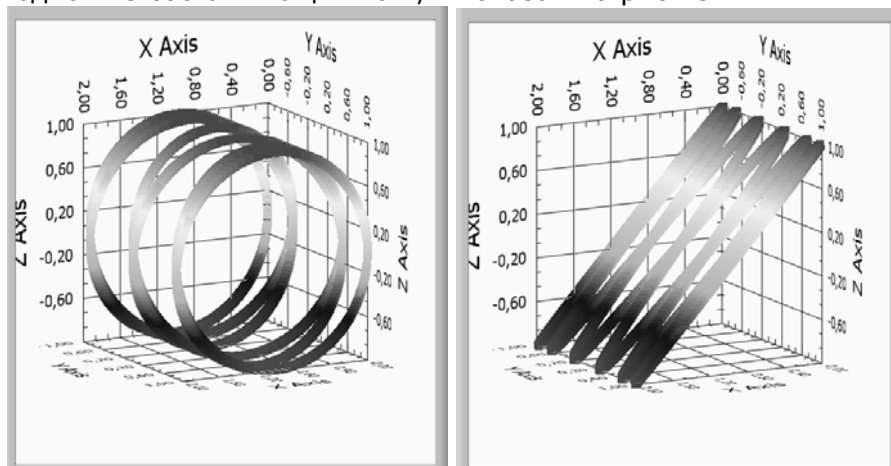


Рис. 23 Пример изменения конфигурации поля при изменении фазы одной из составляющих на $\pi/2$.

Представленные результаты являются не только подтверждением современных представлений об электромагнитном излучении биообъектов, но и дают основание надеяться на разработку новых методов коррекции их развития. Необходимо продолжение работ, связанных с разработкой специальных биокорректоров, основанных на изложенных выше принципах. Мы изложили наше понимание тех факторов, которые способны оказывать то или иное влияние на архитектурное поле развивающихся организмов. Конечно, требуется проведение дальнейших исследований для разработки методов биокоррекции, приводящих к заданному результату. При этом важно, что при реализации таких методов нет необходимости «хирургического вмешательства» в клеточные механизмы, подобного тому, который практикуется в геной инженерии.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность С. В. Якунчеву за помощь в разработке программ.

Литература

1. Гурвич А.Г. 1932. Митогенетическое излучение. М., Гос. Мед. изд-во, с.271.
2. Magrou J. Action a distance et embryogenese // Radiobiologia. 1. 1932. P.32 .
3. Magrou J., Magrou M., Reiss P. Actions a distance sur le developpement de l'oeuf d'Oursin. Essai d'interpretation // C.r.s.Acad.Sci. 193. 1931. P.609.
4. Magrou J., Magrou M., Roubaud M.E.. Actions stimulante à distance, exercée par certaines suspensions bactériennes, à travers le quartz, sur l'éclosion du moustique de la fièvre jaune. C.r.s. Acad. Sci. 192. 1931.P.1134.
5. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. Новосибирск.: Наука., 1981.
6. Кузин А.М. Вторичные биогенные излучения - лучи жизни.Пушино.: ОНТИ ПНЦ РАН. - 1997.
7. Nikolaev Yu..A. Distant interaction in bacterium *Pseudomonas fluorescens* as a factor of adhesionregulation.// Biophotonics and Coherent Systems. Proc. 2nd A. Gurwitsch Conf. Add. Contributions (Ed.: L. Belousov, F.-A. Popp, V. Voeikov, R.van Wijk). M.: Moscow University Press. 2000. P.259.
8. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. Дистантные взаимодействия разновозрастных эмбрионов вьюна // ДАН, 1999, Т. 368, №4, С.562-564.
9. Burlakov A.B. Distant physical interactions between the developing fish embryos// Biophotonics and Coherent Systems. Proc. 2nd A.Gurwitsch Conf. Add. Contributions (Ed.: L. Belousov, F.-A. Popp, V. Voeikov, R. van Wijk.) M.: Moscow University Press, 2000. P.289. -304.
10. Бурлаков А.Б. Бурлакова О.В., Голиченков В.А. 2000. Дистантные волновые взаимодействия в раннем эмбриогенезе вьюна *Misgurnus fossilis* L // Онтогенез.т.31.№5. с.340-347.

11. Доронина Н.Ю., Бурлакова О.В., Бурлаков А.Б., Голиченков В.А. 2002. Темпы развития зародышей вьюна *Misgurnus fossilis* L. и проявление дистантных взаимовлияний в раннем онтогенезе. // ДАН. Т.384. N1. С. 136-138.
12. Burlakov A.B., Golichenkov V.A. 2007. The long range interactions of developing biosystems // Modern Natural Sciences: Proceedings of 3rd International Conference INTERNAS'2007, Kaluga, Russia. May 22-25, 2007. –Kaluga: KGPU. P. 115-118.
13. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. 2010. Роль сверхслабых биоизлучений в развитии низших позвоночных // В коллективной монографии «Современные проблемы физики, биофизики и информационных технологий» - Краснодар: Краснодарский ЦНТИ. 2010. 281с.
14. Белоусов Л.В., Попп Ф.-А., Казакова Н.И. Сверхслабые излучения куриных яиц и зародышей: неаддитивное взаимодействие двух излучателей и устойчивая неравновесность // Онтогенез. Т.28. N5. 1997. С. 377.
15. Белоусов Л.В., Бурлаков А.Б., Лучинская Н.Н. 2002. Статистические и частотно-амплитудные характеристики сверхслабых излучений яйцеклеток и зародышей вьюна в норме и при их оптических взаимодействиях. I. Характеристики сверхслабых излучений в нормальном развитии и оптическая роль яйцевых оболочек. // Онтогенез. Т. 33. № 3. С. 213-221.
16. Belousov L.V., Burlakov A.B., Konradov A.A. 2000 Biophoton Emission from Eggs and Embryos of a Fish, *Misgurnus fossilis* L.: Developmental Dynamics, Frequency Patterns and Non-Additive Interactions // Biophotonics and Coherent Systems. Proceedings of the 2nd Alexandr Gurwitsch Conference and Additional Contributions (Editors: Lev Belousov, Fritz-Albert Popp, Vladimir Voeikov, and Roeland van Wijk). Moscow University Press, Moscow. P.305-320.
17. Moltchanov A.A., Galantsev V.P. On the functional role of spontaneous photon emission in the mammary gland // Biophotonics. Non-equilibrium and coherent systems in biology, biophysics, biotechnology. Proc.Intern. A.G.Gurwitsch conf. BioInform Services M.: Moscow University Press . 1995. P.341.
18. Novikov K.N., Voeikov V.L., Popp F.-A.. Analysis of light emission by neutrophils in the process of respiratory burst suggest that physical fields are involved in intercellular communications. // Biophotonics. Non-equilibrium and coherent systems in biology, biophysics, biotechnology. Proc. Intern. A.G.Gurwitsch conf. BioInform Services M.: Moscow University Press . 1995. P.291.
19. Xun Shen, Wei Ping Mei, Xing Xu. Information transfer from the neutrophils undergoing respiratory burst to second chemically separated but optically coupled neutrophil population. // Biophotonics. Non-equilibrium and coherent systems in biology, biophysics, biotechnology. Proc. Intern. A.G.Gurwitsch conf. BioInform Services M.: Moscow University Press. 1995. P.303.
20. Белоусов Л.В., Бурлаков, А.Б., Лучинская, Н.Н. 2003. Статистические и частотно-амплитудные характеристики сверхслабых излучений яйцеклеток и зародышей вьюна в норме и при их оптических взаимодействиях. II. Изменение характеристик сверхслабых излучений при оптическом взаимодействии разновозрастных групп зародышей. // Онтогенез. Т. 34. № 6. С. 453-463.
21. Belousov L.V. Burlakov A.B., Luchinskaia N.N. 2003. Biophotonic patterns of optical interaction between fish eggs and embryos // Indian Journal of Experimental Biology. Vol.41, May 2003 P.424-430.
22. Бурлакова О.В., Доронина Н.Ю., Бурлаков А.Б., Голиченков В.А. 2002. К механизмам восприятия информации при волновой биокommunikации в раннем развитии низших позвоночных // Неионизирующие электромагнитные излучения в биологии и медицине (БИО-ЭМИ-2002). Труды международной конференции. Калуга. С. 74-78.
23. Бурлаков А.Б., Короткина М.Р., Голиченков В.А. 2003. Математические методы выявления информационной значимости биофотонной эмиссии в раннем развитии позвоночных // Труды VII междн. научно-техн. конф. «Оптические методы исследования потоков» 2003.М.: МЭИ. С.389-392.
24. Бурлаков А.Б., Супруненко Е.А., Королёв С.Ю., Супруненко Д.В., Голиченков В.А. 2008. Об информационной значимости биоизлучений при дистантном взаимодействии живых систем // В сб.: Труды четвёртой международной конференции «Электромагнитные излучения в биологии. БИО-ЭМИ-2008». Калуга: Изд-во КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2008, С.61-66.

25. Бурлаков А.Б., Шарихин В.Ф., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. 2005. Изменение параметров сверхслабого биоизлучения эмбрионов низших позвоночных при зеркальном отражении // Электромагнитные излучения в биологии. Труды III международной конференции. Калуга, Россия, 5-7 октября 2005. Калуга.: КГПУ С. 47-51.
26. Бурлаков А.Б., Малахов Ю.И., Перевозчиков Н.Ф., Шарихин В.Ф., Голиченков В.А. 2001. Использование волоконной оптики при исследовании дистантных взаимодействий биологических объектов // Оптические методы исследования потоков: Труды VI Международной научно-технической конф. (под ред. Ю.Н. Дубнищева, Б.С. Ринкевича). – М.: Изд-во МЭИ. С. 380-384.
27. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Королев Ю.Н., Голиченков В.А. 2000. Самоорганизация развивающихся организмов и поляризация волновой биокommunikации // Синергетика. Т.3. МГУ. М. С.296-307.
28. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Королев Ю.Н., Голиченков В.А. 2002. Поляризационные эффекты при дистантном взаимодействии биологических объектов. // Вестник МГУ. Сер. Биология. N2. С. 3-7.
29. Бурлаков А.Б., Медведева А.А., Бурлакова О.В., Малахов Ю.И., Голиченков В.А. 2006. Особенности биологического действия спектральных составляющих сверхслабых излучений вьюна в раннем онтогенезе // Сборник избранных трудов IV международного Конгресса "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине". (Санкт-Петербург 03-07.07.2006). С.34-40.
30. Бурлаков А.Б., Малахов Ю.И., Медведева А.А., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. 2007. Анализ спектрального состава сверхслабых излучений ранних зародышей вьюна // Оптические методы исследования потоков: Труды IX Международной конф. – М.: Издательский дом МЭИ. С. 328-331.
31. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Короткина М.Р., Капранов Ю.С., Куфаль Г.Э., Перминов С.В., Голиченков В.А. 2008. К вопросу о физических механизмах управления волновыми дистантными межорганизменными взаимодействиями при помощи зеркальных оптических приборов // Электромагнитные волны и электронные системы. Т.13. № 10. С. 30-37.
32. Бурков В.Д., Бурлаков А.Б., Перминов С.В., Капранов Ю.С., Куфаль Г.Э. 2008. Управление дистантным взаимодействием биологических объектов при помощи кварцевых световозвращателей // Биомедицинская радиоэлектроника. № 8-9. С 41-48.
33. Бурлаков А.Б., Капранов Ю.С., Куфаль Г.Э., Перминов С.В., Голиченков В.А. К вопросу о механизме взаимодействия биологических объектов // Электромагнитные волны и электронные системы. 2010. Т.15. №11. С.44-53.
34. Каира Ф. Дао физики. СПб.: "Орис", "Яна-Принт", 1994. 302 с.
35. Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких. М.: Наука, 1989. 144 с.
36. Мякишев Г.Я. Взаимодействие // Физическая энциклопедия М.: Сов.энциклоп., 1988. Т. 1. С. 263—264.
37. Браун Г., Уолкен Д. Жидкие кристаллы и биологические структуры / Пер.с англ. М.: Мир, 1982. 200 с.
38. Губкин Л.Н. Электреты. М.: Наука, 1978. 192 с.
39. Илларионов В.Е. Новые аспекты старой проблемы // Вопросы курортологии. 1992. № 1. С. 51—53.
40. Колотилова Н.Н., Бакай Э.А. Жидкокристаллическое состояние органических веществ и биоструктур // Молекулярная биология. Киев: Наук, думка, 1977. С. 104—113.
41. Кулин Е.Т. Биоэлектретный эффект. Минск: Наука и техника, 1980. 215 с.
42. Пикин С.А., Блинов Л.М. Жидкие кристаллы. М.: Наука, 1982. 280 с.
43. Фрелих Г. Когерентные возбуждения в биологических системах // Биофизика, 1977. Т. 22, № 4. С. 743—744.
44. Хазен А.М. Электромагнитное излучение в роли нейромедиатора // Теоретическая биология. Вып. 10., М.: 1994.
45. Чугуевский Ю.В., Федоренко Н.Е. Электромагнитные солитоны. М., 1980. 80 с. Деп в ВИНТИ № 8280.
46. De1 Giudice E., Dougla S., Milani M. // Phys. Lett. 1982. Yo1. 90 a, № 12. P. 104—106.
47. Popp F.A., Ruth B., Bohm J. Emission of Visible and Ultraviolet Radiation by Active Biological Sistem // Collective Phenomena 3. 1981. № 3. P. 187—214.

48. Frochlich H. Biological coherence and response to external stimuli // Berlin, Heiderberg, Sprinder, 1988.
49. Давыдов А.С. Солитоны в биоэнергетике. Киев: Наук, думка, 1986. 158 с.
50. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомagnetизме / Т.1 Пер.с англ.; Под ред. Дж. Киршвинка, Д.Джонса, Б.Мак-Фаддена. М.: Мир, 1989. 353 с.
51. Копвиллем У.Х. Некоторые вопросы медицинской физики // Действие электромагнитного излучения на биологические объекты и лазерная медицина. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 212—226.
52. Фофанов С.И. Преобразования энергии и энергетическая самоорганизация клетки // Старение и долголетие. 1996. № 1. С. 29—30.
53. Биоэнергетика человека. Энциклопедия / Под ред. В.И.Донцова. М.: 1994. 139 с.
54. Веденов А.А. Физика растворов. М.: Наука, 1984. 112 с.
55. Кучеренко Н.Е., Войцкий В.М. Биоэнергетика. Киев, 1982.
56. Минц Р.И., Скопинов С.А. Структурная альтерация биологических жидкостей и их моделей при информационных воздействиях. Гелий-неоновый лазер // Действие электромагнитного излучения на биологические объекты и лазерная медицина. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 6—41.
57. Никольсон . Биоэнергетика. М., 1984.
58. Подколзин А.А., Донцов В.И. Факторы малой интенсивности в биоактивации и иммунокоррекции. М.: Панас-Аэро, 1995. 196 с.
59. Илларионов В.Е. Медицинские информ ационно-волновые технологии// М.:ВЦМК " ЗАЩИТА". 1998. (Библиотека Всероссийской службы медицины катастроф) 52с..
60. Преeman А.С. Организация биосферы и ее космические связи. М.: ГеоСИНТЕГ, 1997. 166 с.
61. Илларионов В.Е. Основы лазерной терапии. М.: Респект, 1992. 122 с.
62. Илларионов В.Е. Новые аспекты старой проблемы // Вопросы курорт. 1992. № 1. С. 51—53.
63. Илларионов В.Е. Теоретические основы применения низкоэнергетического электромагнитного излучения в лечебно-профилактических целях // Проблемы электромагнитной безопасности человека. Функциональные и прикладные исследования: Тез. докл. 1-й Российской конф. М., 1996. С. 126—127.
64. Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов. М.: Наука, 1990. 212 с.
65. Смит С. Электромагнитная биоинформация и вода // Вестник биофизической медицины. 1994. №. 1. С. 3—13.
66. Молекулярная биология клетки /Б.Альбертс, Б.Брей, Д.Льюис и др.\ Пер. с англ. М.: Мир, 1987.
67. Линг Г. Физическая теория живой клетки: незамеченная революция // СПб.: Наука. 2008. 376с.
68. Бурлакова О.В., Королев Ю.Н., Малахов Ю.И., Бурлаков А.Б., Голиченков В.А. 2003. Оболочки зародышей низших позвоночных как активно перестраивающиеся оптические фильтры в среде обитания//Труды VII междн. научно-техн. конф. «Оптические методы исследования потоков» 2003.М. С.397-400.
69. Бурлакова О.В, Королев Ю.Н. Голиченков М.В, Бурлаков А.Б, Супруненко Е.А, Суворова А.А О контроле «открытости» организмов при их взаимодействии» Труды 3-й международной конференции Электромагнитные излучения в биологии. Калуга: КГПУ. 2005. С.38-42.
70. Бурлаков А. Б., Бурлакова О.В., Капранов Ю.С., Короткина М. Р., Голиченков В.А., Перминов С.В., Куфаль Г. Э., Медведева А. А. Управление дистантным взаимодействием биологических объектов при помощи оптических приборов. Анализ механизмов взаимодействия. -Электромагнитные волны и электронные системы. 2005. Т. 10. №1-2. С. 57 -65.
71. Бурлаков А.Б., Бурцев А.С., Голиченков В.А., Капранов Ю.С., Куфаль Г.Э., Матюхин И.В., Перминов С.В., Чернова Г.В. Оптическая коррекция постэмбрионального развития *Drosophila Melanogaster* с помощью уголковых световозвращателей. // VIII Международная конференция «Прикладная оптика – 2008». Сборник трудов. Т.1 – СПб., 2008. – 350 с. С. 220-224.
72. Бурлаков А.Б., Чернова Г.В., Бурцев А.С., Капранов Ю.С., Куфаль Г.Э., Матюхин И.В., Перминов С.В., Голиченков В.А. Влияние призматических элементов

- ретрорефлекторных антенн космических аппаратов на постэмбриональное развитие насекомых и низших позвоночных // Российская академия наук. Механизмы функционирования висцеральных систем: VI Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 50-летию открытия А.М. Уголевым мембранного пищеварения. Тезисы докладов. – СПб: Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2008. – 236 с. С. 23.
73. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука. 1973. 720 с.
74. Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и технические применения. Т. 2, по общ. ред. Г.Хасса и Р.Э.Туна. Пер. с англ. – М.: Мир, 1967. 396с.
75. Шаргородский В.Д. и др. Разработка лазерных ретрорефлекторных антенн на основе уголковых световозвращателей для высокоточных измерений дальности до космических аппаратов. – Электромагнитные волны и электронные системы. 1997. Т.2. № 2. С. 50 – 57.
76. Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Капранов Ю.С. и др. Трансформация биоизлучения лазерными уголковыми световозвращателями как способ анализа их анизотропии // Электромагнитные излучения в биологии. 2005. Калуга: КГПУ. С. 51-55.
77. Короткина М.Р., Бурлаков А.Б., Умаров Г.М. Пространственно-временные связи самоорганизующихся систем (собственное пространство и собственное время) – Лесной вестник, 2002. № 1. С. 134 – 143.
78. Бурлаков А.Б., Чернова Г.В., Матюхин И.В., Бурцев А.С. 2008. Изменение биосинтеза антоциана и роста клеток эмбриональных меристем зерновой пшеницы на разных этапах первой фенологической фазы при прямом оптическом взаимодействии // Биология: Теория, практика, эксперимент: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра биол.наук, проф. Сапожниковой Е.В. (редкол.:Р.В.Борченко (отв.ред.). [и др.]. – Саранск. – Кн. 1. С.127-130.
79. Тychинский В.П. Сверхразрешение и сингулярности в фазовых изображениях. – УФН, 2008. Т. 178. Вып. 11. С. 1205-1214.
80. Стрэттон Дж.А. Теория электромагнетизма. М-Л.: ОГИЗ. 1948. 539 с.