

руемой ДН. Поскольку ранг матрицы  $[T]$  равен  $N$ , решение задачи амплитудно-фазового синтеза ФАР при этом может быть найдено в виде [9]

$$|J\rangle = [T]^+ \cdot |F\rangle, \quad (7)$$

где  $[T]^+$  – псевдообратная матрица для матрицы  $[T]$ , определяемая выражением:

$$[T]^+ = (T^*T)^{-1}T^*, \quad (8)$$

В выражении (8)  $T^*$  – матрица, транспонированная и комплексно-сопряженная по отношению к матрице  $[T]$ .

В частном случае при условии  $P = N$  получаем  $[T]^+ = T^{-1}$ , и решение (7) принимает вид

$$|J\rangle = [T]^{-1} \cdot |F\rangle. \quad (9)$$

Получаемое в (7) решение обеспечивает минимальное отклонение синтезируемой ДН ФАР с плоским раскрывом, имеющим произвольную форму границы от вспомогательной ДН в среднеквадратическом смысле.

#### Библиографический список

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ / Д.М. Сазонов. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Самойленко В.И. Управление фазированными антенными решетками / В.И. Самойленко, Ю.А. Шишов. – М.: Радио и связь, 1983.
3. Активные фазированные антенные решетки; под ред. Д.И. Воскресенского и А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004.
4. Бахрах Л.Д. Синтез излучающих систем. Теория и методы расчета / Л.Д. Бахрах, С.Д. Кременецкий. – М.: Сов. радио, 1974.
5. Бурков В.Д. Система управления перебазируемым комплексом телеметрических измерений с использованием системы ГЛОНАСС и волоконно-оптических гироскопов / В.Д. Бурков, А.Е. Орлов, В.С. Шалаев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 6(89). – С. 160–166.
6. Зелкин Е.Г. Методы синтеза антенн: фазированные антенные решетки и антенны с непрерывным раскрывом / Е.Г. Зелкин, В.Г. Соколов. – Сов. радио, 1980.
7. Волошин В.А. Синтез амплитудно-фазового распределения в антенных решетках с произвольным контуром / В.А. Волошин, Д.Д. Габриэлян, О.В. Оводов // Антенны, 2010. – № 2(153). – С. 44–47.
8. Волошин В.А., Ларин А.Ю., Оводов О.В. Алгоритм синтеза линейных антенных решеток по заданной огибающей боковых лепестков диаграммы направленности / В.А. Волошин, А.Ю. Ларин, О.В. Оводов // Антенны, 2011. – № 12. – С. 3–8.
9. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1967. – 575 с.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА КОНФИГУРАЦИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.Д. БУРКОВ, *проф. каф. ИИС и ТП МГУЛ, д-р техн. наук,*  
 А.Б. БУРЛАКОВ, *проф. каф. ихтиологии МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук,*  
 Ю.С. КАПРАНОВ, *нач. отд. ОАО «НПК СПП», Москва,*  
 Г.Э. КУФАЛЬ, *нач. отд. ОАО «НПК СПП», Москва, канд. техн. наук,*  
 С.В. ПЕРМИНОВ, *асп. каф. ИИС и ТП МГУЛ,*  
 И.М. ПЕРШИН, *проф. каф. СУ Сев.-Кавк. унив., д-р техн. наук,*  
 В.С. ШАЛАЕВ, *проф., директор ИСИЛ МГУЛ, д-р техн. наук*

av60017@comtv.ru

К настоящему времени накоплено значительное количество данных о влиянии слабых электромагнитных полей на живые организмы, о межорганизменных дистантных взаимодействиях и о влиянии ослабленных геомагнитных полей. Все публикации по данной проблематике носят описательный характер и не приводятся каких-либо объяснений наблюдаемым эффектам. Последний состоявшийся 6-й международный конгресс, посвященный теме «Слабые и сверхслабые

поля и излучения в биологии и медицине», не добавил ясности по этому вопросу.

Нам представляется, что подход, опубликованный в [1], поможет внести некоторую ясность по затронутому вопросу.

Предполагается, что механизм организации биообъектов должен создавать некое архитектурное поле, определенным образом выстраивающее структурные элементы клеток. Например, 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 выражением

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

где  $S$  – поток энергии;

$I_0$  – значение тока в единичном осцилляторе;

$R$  – расстояние;

$\varphi$  и  $\theta$  – 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  $n_1^2$  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.

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

Пограничные структуры организма или клетки (оболочки) являются избирательными волновыми фильтрами [2], 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. Этот механизм обеспечивает определенную пространственную конфигурацию электромагнитных полей биологического объекта, на окончательное формообразование которых, в свою очередь, влияет наличие внешних, по

отношению к самому биологическому объекту, электромагнитных и, возможно, гравитационных 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 [3].

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. Недостатком таких методов является то, что эффективные действующие частоты подбираются эмпирически и они могут не совпадать с собственными частотами самих биообъектов. Поэтому не менее эффективными становятся методы аутово-

действия, когда биообъекту возвращается его собственное излучение. Это излучение можно определенным образом трансформировать и фильтровать. Для этой цели использовались металлические и диэлектрические зеркала, а также узлы и устройства на их основе (многозеркальные системы).

Уже получено достаточное количество экспериментального и клинического материала, свидетельствующего о возможности регуляции физиологического состояния биосистем путем межорганизменной волновой коррекции.

В ряде работ показано, что изменение оптических параметров биоизлучения, например применение поляризаторов или светофильтров, приводит к изменению последствий дистантного взаимодействия зародышей [1].

Аутооптический эффект биоизлучения (или эффекты оптических взаимовлияний одновозрастных зародышей), отраженного от зеркал, позволяет предположить, что излучение биологического объекта возвращается

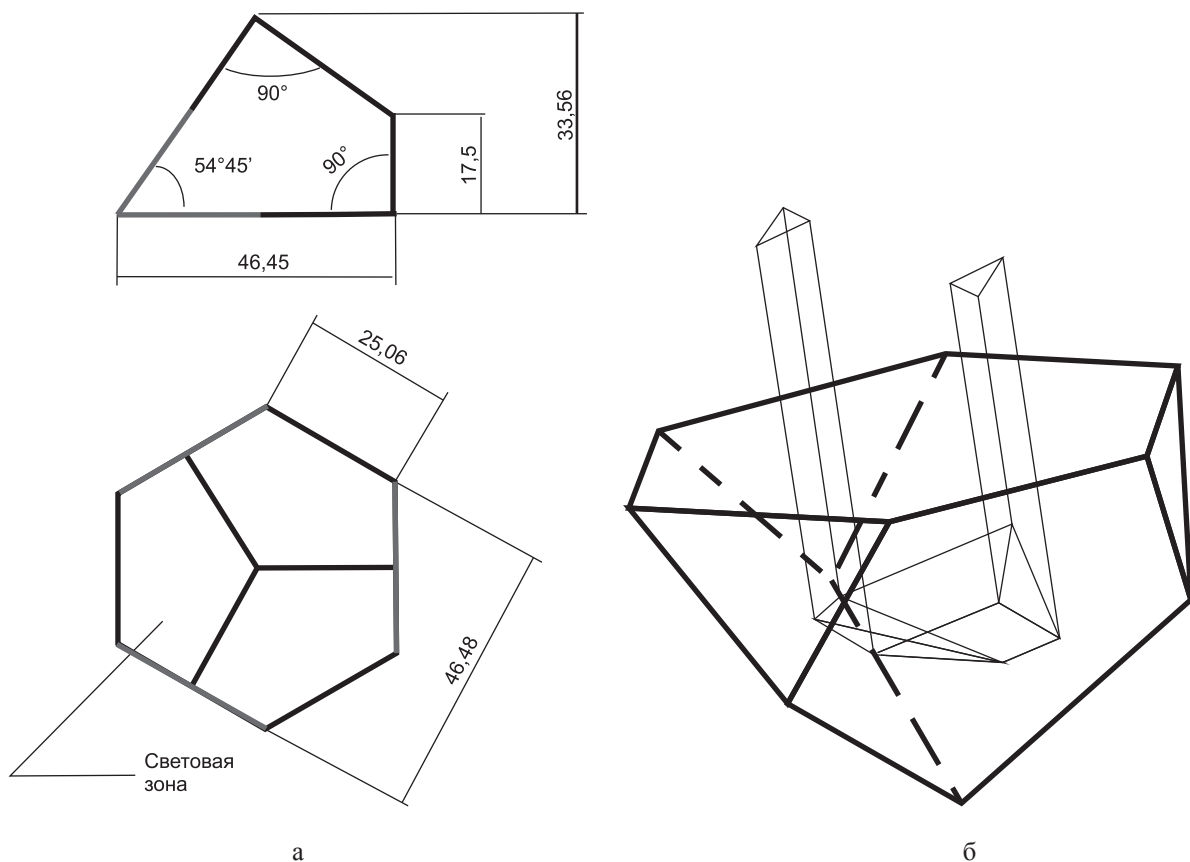


Рис. 1. Призмный УСВ: а – схема; б – прохождение световых лучей при переносе изображения

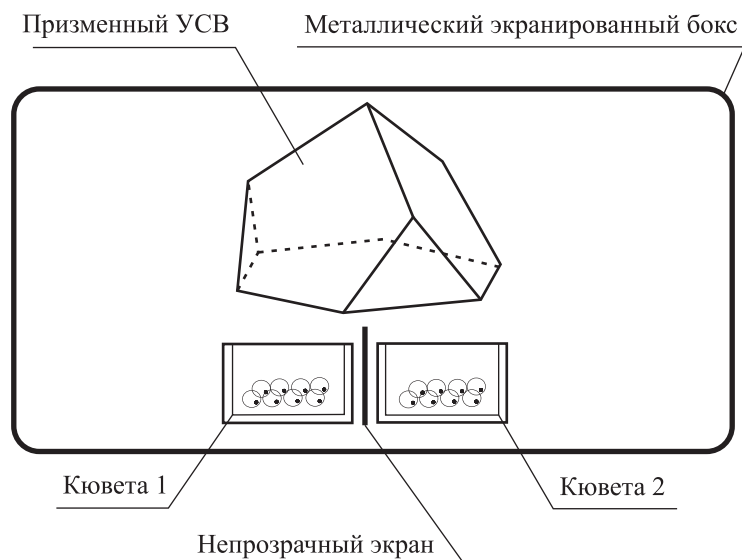


Рис. 2. Схема постановки опытов по влиянию УСВ на биологический эффект оптического контакта зародышей низших позвоночных. Расположение биообъектов под УСВ

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.

Особо выделяются эффекты, полученные с использованием угловых световозвращателей (УСВ), которые выражены наиболее сильно по сравнению с подобными результатами, полученными на одиночных зеркалах [4].

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. 1), в отличие от зеркал, где это условие соблюдается только при нормальном падении. Обычно такие отражатели применяются в наземной и космической геодезии для высоко-

точной привязки текущих координат тех или иных объектов [4].

В первой серии опытов [4] 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. 2)

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.

Через 20 ч после начала опыта под микроскопом МБИ-9 определяли стадии развития эмбрионов по таблицам нормального развития вьюна, процент гибели и аномально развивающихся зародышей. Все эксперимен-

ты 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 ч 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 УСВ наблюдалось выживание  $\approx 60\%$  эмбрионов (рис. 3).

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

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. Если направленность излучения биообъектов связана с синхронизацией определенных биохимических процессов, очевидно, что сбой такой синхронизации неизбежно приведет к изменению конфигурации электромагнитного поля.

По нашему мнению, результаты наших и других подобных опытов могут быть объ-

яснены следующими соображениями. 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. На простых примерах можно наглядно показать, к чему приводит разнообразие фазовых и частотных соотношений в слагаемых результирующего поля [3].

На рисунках в работе [3] показан вид суммарного поля при различных соотношениях частот, вид которых напоминает известные персонажи из живой природы. Интересно, что устойчивые во времени пространственные картины распределения суммарного поля могут существовать только для дискретных значений соотношений частот, иными словами, устойчивость различных форм квантуется. Изменение одной из частотных составляющих может кардинально изменить картину суммарного поля. Не в этом ли заключается функциональная роль генетического набора, который задает определенный спектр частот, свойственный данному виду?

Дополнительным «возмущающим фактором» является синхронность сложения гармонических полей. При нарушении син-

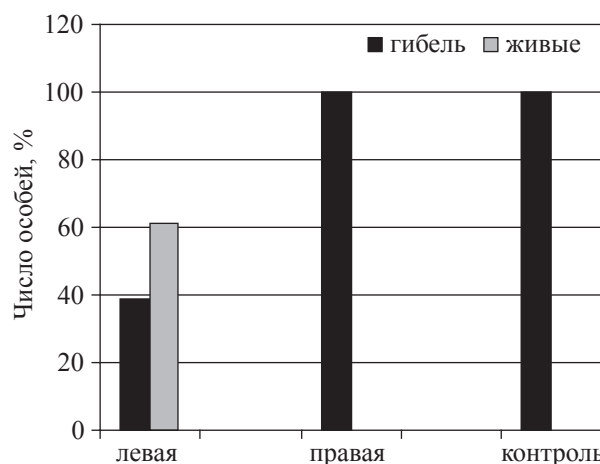


Рис. 3. Действие УСВ при передаче дистантных взаимодействий эмбрионов вьюна

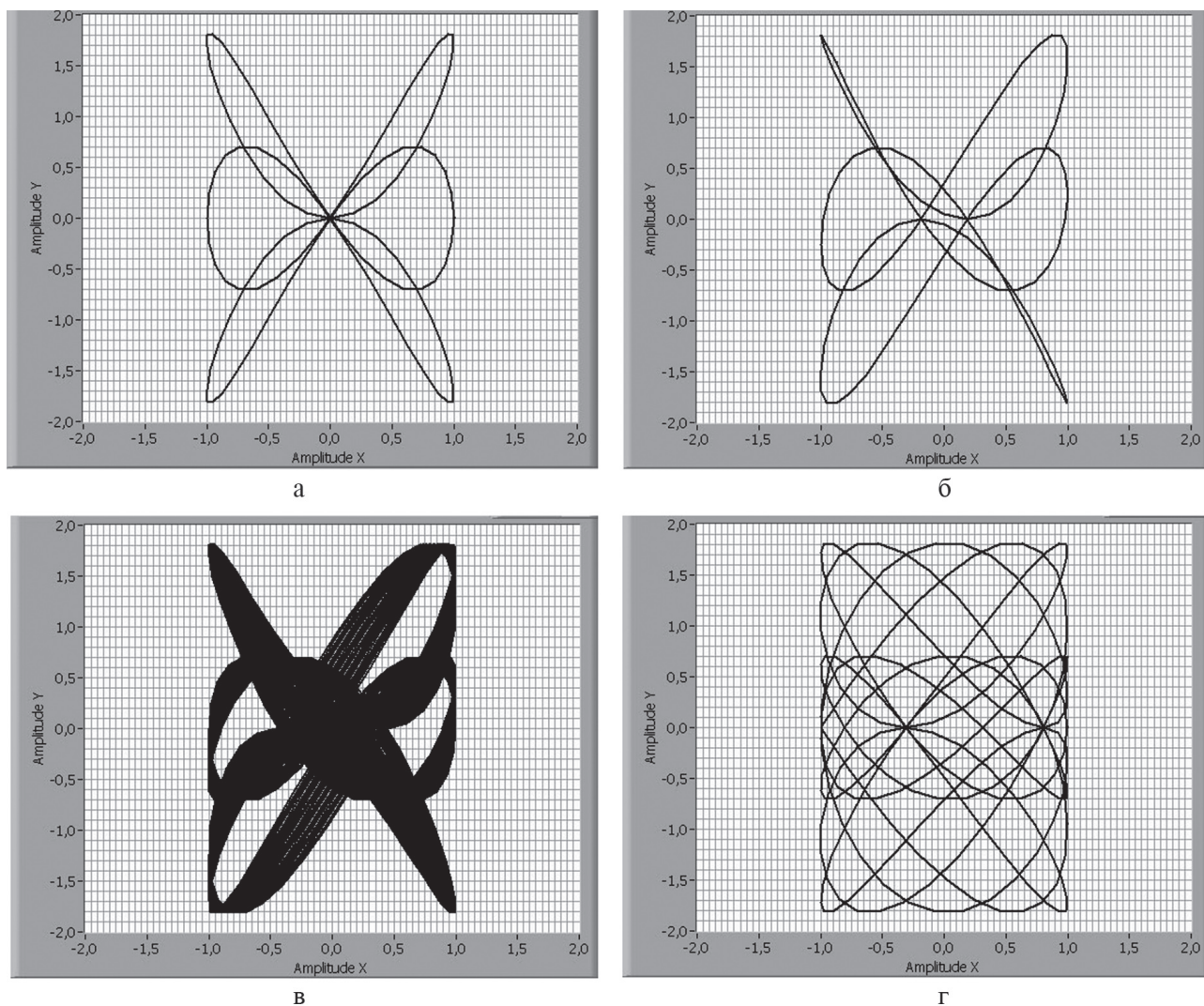


Рис. 4. Конфигурация полей биологической системы при малых возмущениях: а) угловой сдвиг = 0; б) угловой сдвиг = 20 угл. сек.; в) разрушение устойчивости системы при изменении кратности частот на 0,01%; г) Образование новой устойчивой формы при изменении кратности частот на 20%



Рис. 5. Внешний вид биологического объекта при воздействии УСВ: а) нормально развившаяся особь; б) особь с искажениями в развитии

хронизации возникают искажения, которые, если они стабильны во времени, могут соответствовать некоторым патологиям в развитии живого организма, но не приводят к его гибели.

Другое дело, если изменено соотношение частотных составляющих. Поле становится нестабильным. Нестабильность поля приводит к гибели.

В то же время интерес представляет временная развертка результатов такой суперпозиции, которая позволит выявить наличие периодичности происходящих процессов вдоль «стрелы времени». Отсутствие такой периодичности приводит к нарастанию отклонений, и со временем процесс охватывает всю амплитудную плоскость. Так описываются нарастающие дисфункции 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». 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 уголкового светотражатель меняет ориентацию падающего на него вектора на противоположную.

При сложении исходного и отраженного от УСВ-излучений будут получаться следующие эффекты. Вид суммарного поля будет зависеть от фазовых сдвигов и соотношения исходных частот. Могут быть случаи сложения колебаний с одинаковыми частотами (например при отражении от обычного зеркала), вычитание полей при сложении их в противофазе (отражение от УСВ) или сложение колебаний при повороте самой конфигурации поля (поворот самой системы координат при переотражениях). Если при сложении исходного поля с тем же полем, отраженным

от обычного зеркала, общая конфигурация меняется мало, то после отражения от УСВ 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 [5]. При сложении полей, которые при отражении сами разворачиваются, суммарная конфигурация поля сильно отличается от исходной. Это наглядно показано на рис. 4, где изображены исходная и результирующая конфигурации поля.

Указанные соображения могут объяснить те результаты, которые были описаны нами ранее. Напомним основные из них.

1 – При оптическом взаимодействии через УСВ 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 [6], которые показали, что:

1 – у отдельных особей дрозофил появляются гипертрофированные конечности и крылья;

2 – у прорастающих корешков пшеницы появляется не свойственная им окраска.

Внешние проявления полученных результатов представлены на рис. 5. На этих рисунках представлены фото реальных биологических объектов плодовых мушек дрозофил. Искажения в развитии хорошо видны на снимке рис. 5 б.

Все эти явления можно объяснить с учетом высказанных 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. 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.

#### Библиографический список

1. Бурлаков А.Б. Поляризационные эффекты при дистантном взаимодействии / А.Б. Бурлаков, О.В. Бурлакова, Ю.Н. Королев, В.А. Голиченков // Вестник МГУ, сер. Биология, 2002. – № 2. – С. 3–7.
2. Бурлаков А.Б. Оболочки зародышей низших позвоночных как активно перестраивающиеся оптические фильтры в среде обитания / А.Б. Бурлаков, О.В. Бурлакова, Ю.Н. Королев и др. // Тр. VII между. научно-технич. конф. «Оптические методы исследования потоков». – М., 2003. – С. 397–400.
3. Бурлаков А.Б. Механизм взаимодействия биологических объектов / А.Б. Бурлаков, Ю.С. Капранов, Г.Э. Куфаль, С.В. Перминов // Электромагнитные волны и электронные системы, 2010. – Т. 15. – № 11. – С. 44–53.
4. Бурлаков А.Б. Коррекция развития биологических объектов при помощи угловых световозвращателей в условиях космического полета / А.Б. Бурлаков, Ю.С. Капранов, Г.Э. Куфаль, С.В. Перминов и др. // Материалы IV Международной научной конференции «Системный анализ и прикладная синергетика» (ССПС-2011). – Таганрог: ТГИ ЮФУ, 2011. – С. 418–426.
5. Бурлаков А.Б. Управление дистантным взаимодействием биологических объектов при помощи оптических приборов. Анализ механизмов взаимодействия / А.Б. Бурлаков, О.В. Бурлакова, Ю.С. Капранов, Г.Э. Куфаль и др. // Электромагнитные волны и электронные системы, 2005. – Т. 10. – № 1–2. – С. 57–65.
6. Бурлаков А.Б. Изменение биосинтеза антоциана и роста клеток эмбриональных меристем зерновой пшеницы на разных этапах первой фенологической фазы при прямом оптическом взаимодействии / А.Б. Бурлаков, Г.В. Чернова, И.В. Матюхин, А.С. Бурцев // Биология: Теория, практика, эксперимент: Международная научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения д-ра биол. наук, проф. Сапожниковой Е.В. – Саранск, 2008 – Кн. 1. – С. 123–130.

## ИНИЦИИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ЛАВИННЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ

В.Ф. ДАВЫДОВ, академик РАН, проф. каф. БЖД МГУЛ, канд. техн. наук,  
Ю.П. БАТЫРЕВ, ст. научн. сотр. ИСИЛ МГУЛ, канд. техн. наук

*batyrev@mgul.ac.ru*

Известно два основных способа изменения естественной циркуляции воздуха при антициклональных и циклональных погодных условиях:

– рассеивание в облаках химических реагентов с самолетов либо их обстрел высокочастотным оружием;

– электрический метод генерации в атмосферу ионов коронирующего электрического разряда.

В атмосфере всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых зависит от температуры воздуха. Зависимость концентрации водяного пара в ат-