

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Medicine. Series B  
Has been issued since 2014.  
E-ISSN: 2413-7464  
2018, 5(1): 73-87

DOI: 10.13187/ejm.s.b.2018.1.73  
[www.ejournal27.com](http://www.ejournal27.com)



## Letter to the Editor

### Some Considerations about Impossibility of Informational Approach to the Problem of Electric Skin Impedance Effects of Essential Oils

Eugene Adamovich <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

#### Abstract

The article considers the critical deductive trends in the analysis of informational approaches to the problem of electric skin impedance effects of essential oils in pseudo-scientific investigations in one of Russian universities.

**Keywords:** electric impedance, skin conductance, essential oils, physiological information.

#### 1. Введение

Данная работа была написана в 2013 году как отзыв на план НИР одного из аспирантов в области физиологии московского педагогического ВУЗа. Не обладая уровнем компетенций и энтузиазма, достаточным для самостоятельной физиологической работы, исполнитель её избрал «легкий путь», связанный с акупунктурой и исследованием т.н. «информационного воздействия» эфирных масел на самочувствие человека при косметических процедурах. Этот факт привел аспиранта к полумистическому-полуобывательскому взгляду на предмет и объект исследования, лишив в данной постановке объекты исследования свойств предметов исследования. Что характерно, в качестве фактора контроля эффектам позиционировалось «информационное воздействие» эфирных масел, что делало результаты заведомо предельно размытыми. После «направления на путь истинный» данного аспиранта автор считал его задачу выполненной, а проблему исчерпанной, однако продолжение антинаучной работы в данном московском педагогическом вузе на кафедре физиологии и анатомии человека ряда специалистов по акупунктуре, ароматерапии, хилингу и т.д., увы, возобновило проблему уже на новом уровне при привлечении к её решению ряда новых аспирантов и студентов. В силу этого было принято решение опубликовать с купюрами личных обращений нашу рецензию в журнальной форме, чтобы новые специалисты не попадались на тот же источник ошибок и фривольных интерпретаций фактов. В связи со спецификой построения, данный материал может быть опубликован только как «письмо в редакцию» (Letter to the Editor).

Операторы, содержащие ненаблюдаемую информацию, должны исчезнуть из теории  
*Л.Д. Ландау*

#### 2. О корректной и некорректной постановке задачи

Начиная любое исследование мы должны дать себе отчет в том, какие переменные и функции мы исследуем: грубо говоря "что в работе ищется как функция чего". Отсутствие такого понимания будет всегда выводить на первые планы релевантности Ваших работ

второстепенные факторы, действие которых либо недостаточно статистически достоверно (по независящим от Вас естественным причинам), либо находится ниже чувствительности организма и метода, либо перекрывается флуктуациями (шумом) системы и остальными факторами, среды, неизбежно параллельно воздействующими на неё. В связи с этим надо сначала оценить наличествующий набор агентов воздействия, иерархию их активностей и степень пересечения результатов их воздействия; дедуктивным путем определить фактор, лимитирующий эффективность системы (по закону минимума Либиха), отметя попытки введения в круг Вашего исследования дополнительных переменных или агентов в случае, если экспериментальный результат может быть объяснен без их использования (принцип достаточного основания, конгениальный известной Вам "бритве Оккама" + теоретический подход Ландау, данный в эпиграфе), после чего спланировать и организовать experimentus crucis (ключевой эксперимент), уже в своей постановке удовлетворяющий всем указанным положениям.

Рассмотрим тему «информационное воздействие эфирных масел на кожный импеданс и самочувствие человека» с означенных выше позиций.

- Дано (феноменологически): эфирные масла влияют на кожный импеданс.
- Гипотеза вашего научного руководителя, предлагаемая к анализу: воздействие эфирных масел связано с информационными эффектами.
- Задача: исследовать характер изменений, анализируя получаемые результаты на предмет "информационности".
- Нотация переменных: определить что в каких единицах следует мерить, чтобы получить на выходе эту самую "информационность"; грубо говоря, осознать, что Вы понимаете под терминами типа "информационное воздействие" и т.д.
- Следствие для вашего литературного обзора: проанализировать эффективность действия эфирных масел на кожу, её импеданс и смежные характеристики, описанную в литературе без учета информационного воздействия; найти работы по информационному воздействию, а если таковых (как в Вашем случае) мало или нет совсем, то определить, в чем непосредственно Вы можете измерять это воздействие (и можете ли вообще – если бы существовал метод, то им давно бы уже пользовались), исходя из литературы по смежным проблематикам; с целью установления научных основ, литературно определить: в чем наблюдаются, а в чем не наблюдаются информационные эффекты, на каких уровнях иерархии воздействий или уровнях организации биосистем они имеют место, а на каких они пренебрежительно малы в силу неселективности взаимодействия агента с биоструктурой.
- Бритва Оккама и бочка Либиха: построить анализ литературы таким образом, чтобы по косвенным данным статей авторов, не касающихся вопросов информационного воздействия, либо подтвердить, либо опровергнуть наличие такового (если исходить из данных авторов, постулирующих его с самого начала, а то и в названиях работ, то это будет подгонкой данных – подобно защите диссертации с оппонентом, заведомо не оппонировующим, а стоящим на одних позициях с диссертантом)\*.
- В настоящей работе будет рассмотрено несколько вопросов:
  1. насколько корректны измерения на Вашем приборе чисто кожного сопротивления (импеданса) и что может влиять на показания прибора, делая заведомо ошибочным его автоматический диагноз,
  2. какую ценную информацию вообще можно извлечь из данных измерений,
  3. специфично ли воздействие эфирных масел и подобных им агентов на импеданс,
  4. достаточно ли измерение электрокожного сопротивления или нужно что-то еще,
  5. какова должна быть репрезентативная выборка измерений и как её картировать,
  6. как организовать контроль и верификацию,
  7. на каком уровне можно обнаружить информацию в Ваших системах,
  8. как обработать данные измерений, чтобы получить эту информацию,

\* На статьи отечественных авторов полагаться не стоит, так как после 90-х гг. в РФ повальная тенденция к сведению всех типов воздействия к информационным; появилась даже шарлатанская АЭИН (т.н. «Академия Энерго-Информационных Наук», которая занимается постулированием подобных вещей).

## 9. можно ли связать эту информацию с Вашим "информационным воздействием".

В настоящее время известно несколько десятков методов импедансной диагностики, таких, например, как: импедансная плетизмография, неинвазивная импедансная кардиография, импедансная миография, электроимпедансная томография и т.д. (Martinsen, Grimmes, 2008), что говорит о непосредственном влиянии на электрокожный импеданс множества факторов более глубинного, чем дермального залегания. В пользу этого тезиса говорят также факты влияния жидкости в объеме тела на характеристики импеданса тела у мышечей, в т.ч. – измеряемого кожными электродами\* (Chapman et al., 2010), а также связи кожного импеданса с нейронной электрофизиологической активностью под кожей и электрокожного импеданса головы с данными электроэнцефалографической регистрации (Winterhalter et al., 2010) под анестезией в частности†.

То есть воспринимать данные Вашего прибора как регистрацию чего-то относящегося к несуществующей "ауре" человека совсем неправомерно, так как известно влияние субповерхностной нейронной активности на проводимость или импеданс, регистрируемый поверхностно с кожи (Russo et al., 2012), но это называется не "аурой", а поверхностной регистрацией внеклеточных потенциалов или поверхностным импедансом соответственно, причем эти методы известны уже полвека или чуть поболее.

В частности, механорецепторы кожи изменяют импеданс при изменении мышечной массы или биомеханического напряжения, подаваемого на неё (Tatton et al., 1985, 2011), в связи с чем организмы с различной степенью физической тренированности (или один и тот же организм на разных стадиях утомления) имеют разный поверхностный импеданс. Следствием этого является возможность диагностирования физиологического состояния испытуемого импедансометрическим путем, а поскольку эфирные масла, повышающие афферентную иннервацию, неспецифически интенсифицируют также микроциркуляцию, лимфодренаж и капиллярную гемодинамику, неизбежно воздействуя таким путем и на электрокожный импеданс. Неспецифичность подобного воздействия явственно вытекает из корреляционных основ биоимпедансной диагностики и связанных с ними принципов электрофизиологии (Grimmes, Martinsen, 2000), так как любой агент, вызывающий стимуляцию, вовсе не неся информационной нагрузки, в силу физиолого-биофизических механизмов будет изменять электродермальное сопротивление, изменяя общий уровень активности тканей, участвующих в данном процессе.

Можно пояснить это также со следующих позиций: известное влияние импеданса на эпителиальный транспорт (Lewis et al., 1996), лежит в основе электроопосредованного переноса фармакологически-активных препаратов за счет зарядово-специфических, но не имеющих однозначной химической селективности (что должна лежать в основе процесса, если таковой имеет "информационное" для биологического организма значение) эффектов – ионофореза или электрофореза, электроосмоса и локальной электропорации (Banga, 1998). Кожа в состоянии интенсифицированной транспирации (как это следует из эффекта интенсификации микроциркуляции при применении эфирных масел) хорошо проницаема для целого ряда неспецифических (в т.ч. не имеющих отношения к метаболизму, а значит – не имеющих информационной составляющей воздействия) агентов‡, начиная с 1980-х гг.

\* Как пример можно привести общеизвестный метод определения массы тела на современных электронных весах с параллельным определением массы жировой ткани на основе измерения импеданса (сопротивления). Для Вашей тематики, наверное, также небезынтересно будет узнать о воздействии эфирных масел на ряд жидкостей, потенциально изменяющих импеданс на соответствующем участке, в частности, на лимфу (Lalko, Api, 2006) в аспекте дермальной сенсibilизации.

† Существуют также данные импедансной спектроскопии (об этом методе речь пойдет ниже) работы мозга, снятые с поверхности головы (Bonmassar et al., 2010), подтверждающие данное положение.

‡ Приоритет в этой отрасли, по-видимому принадлежит СССР: см. открытие "Проницаемость человеческой кожи", д.т.н. / д.м.н. Слынько П.П.; № 354, приоритет от 1966 г., заявка на открытие дат. 1976 г., рег. дата – 1988 г. См. также: Слынько П.П. Потоотделение и проницаемость кожи человека. Киев, 1973 г.

многие синтетические препараты вводят через кожу в состоянии пониженного импеданса (Barry, 1983), тогда как, с электрохимических позиций, пониженное сопротивление эквивалентно повышенной проницаемости для соответствующе заряженных носителей/ионов. Так как, с избранных Вами позиций акупунктуры (я не буду останавливаться на моем личном отношении ко многим спекулятивным позициям данной науки), меридианы являются линиями наименьшего сопротивления (Omura, 2003; Stux, Pomeranz, 2011), а в современной клинической акупунктуре, опирающейся также на физиологию и биофизику субдермальной нейронной активности, выделяют также специализированные аббревиатуры для аппаратно выявляемых низкоимпедансных точек кожи LSRIP – low skin impedance point и LSRP – low skin resistance point (Oleson, 2001), само собой очевидно, что эти зоны и точки, с позиций данной теории, и будут зонами эффективного транспорта. Никакой информационной, с точки зрения биофизики или кибернетики, составляющей здесь нет и быть не может, иначе можно было бы говорить об информационных свойствах проводки под слоем диэлектрической штукатурки.

#### **4. Возможно ли извлечь информацию из подобных данных?**

По большому счету, даже если некая информация была бы, то она имела бы смысл только в контексте общего множества других переменных системы. Так, в Вашем случае с электрокожным сопротивлением следует помнить, что электродермальная активность не ограничивается изменением импеданса – в современном наиболее полном, на мой взгляд, руководстве (Boucsein, 2012) учитывается также skin admittance (полная комплексная проводимость, обратная импедансу, но гораздо более наглядная для объяснения явлений переноса фармакологических препаратов, в т.ч. в неконвенциональной, комплементарной медицине), skin conductance (удельная электропроводность или активная проводимость), resistance (собственно сопротивление, так как импеданс тождествен сопротивлению лишь в цепях постоянного тока, в то время как биологические ткани, обладая мембранами как конденсаторами и осцилляциями мембранного потенциала, представляют собой, скорее, цепи переменного тока, содержащие емкость, из чего следует, что их импеданс не равен сопротивлению, а требует учета реактивного сопротивления) и, что частично очевидно из приведенных сведений, иммитанс (иначе говоря, обобщенно комплексное сопротивление + комплексную проводимость).

Более того, регистрация импеданса должна производиться не аддитивно по всему диапазону, а как спектрометрия по отдельным частотам, так как в Вашей области косметологии уже давно используются подходы AMFLI (automatic multi-frequency and low impedance technology), подразумевающие использование и, как следует из Ваших задач, анализ низкоимпедансных явлений на многих частотах (Taub A.F., Sadick N.S., 2008). Более того, в современных методах кожных измерений используются техники многочастотной (многодиапазонной) импедансной спектрометрии (Gabard et al., 2006) – multifrequency impedance spectrometers.

Кроме того, выборка должна быть доказательной – т. е. затрагивать сопротивление (как минимум – сопротивление, в оптимуме – и иные переменные) не только в пальпарной области, но и в других областях, то есть быть весьма многоканальной во избежание обвинений в одностороннем характере измерений (Вы же не постулируете, что импедансная характеристика изменяется только в этой области, тем более, что вариации гемодинамики и пр. характеристик в подушечках пальцев, обусловленные множественными внешними и внутренними причинами, помимо эфирных масел, чрезвычайно высоки и флуктуативны, так что без контроля с других каналов давать такие данные не представляется корректным для научной статьи).

В современной зарубежной акупунктуре это принято как данность, следствием чего становится разработка и использование многоканальных измерительных систем для анализа сопротивления в акупунктурных точках (Colbert et al., 2009), а в биомедицинской инженерии считается нормой использование для этих целей чрезвычайно многоканальных – до 48 каналов на прибор – анализаторов (Litscher, Wang, 2010). В российских условиях совершенно реально использовать недорогие 16-24-канальные АЦП (аналого-цифровые преобразователи) для подобных измерений. Более того, если речь идет о локализации изменений на коже, то вполне очевидно, что наиболее логичным способом доказательства/опровержения топографо-анатомической приуроченности тех или иных

изменений импеданса, индуцированных воздействием эфирных масел, является получение карты поверхностного распределения этих изменений.

Существуют и развиваются методы неинвазивного картирования (т.н. impedance imaging) физиологических изменений в коже при действии экспериментальных факторов (Nicander et al., 2006; Nuccitelli et al., 2008), а в последнее время\* получает распространение метод импедансной томографии, в рамках которого можно прокартировать сопротивление кожи вглубь (порядка мм, т.е. до panniculus adiposus), а также методы картирования остальных переменных: проводимости† (Gulyaev et al., 2010; Korzhenevsky, Tuykin, 2010), индуктивности как части иммитанса (Korzhenevskii, Cherepenin, 1997)‡ и т.д. При этом сложность этого метода постоянно понижается: если ранее электроимпедансная томография производилась только на высоких (более 10 кГц) частотах, то теперь возникают техники низкочастотного (от 1 Гц до 4.5 кГц – т.е. регистрацию можно производить с использованием простейшего АЦП в виде звуковой карты ЭВМ) томографического картирования (Noor, 2010); если ранее было возможно использование только многоканальных стационарных конструкций (см. выше), то теперь для DIY условий возникает возможность импедансной томографии с одним каналом измерений§ (Korzhenevsky, Tuykin, 2006, 2007), например – той же самой встроенной звуковой карты. Таким образом, у Вас не должно возникнуть никаких затруднений при сборе данных.

### 5. Нужны биохимические и биофизические предпосылки.

Что далее: далее необходимо произвести *качественный* контроль и анализ данных. Хорошим контролем к тому, насколько информационно Ваше воздействие по отношению к биологическому организму или биологической ткани будет являться сопоставление их импедансной реактивности к эфирным маслам и эквивалентной реактивности модельных мембранных / фосфолипидных и т.п. систем, не имеющих никакого отношения к целому организму и, следовательно, не способных индицировать "информационную" компоненту воздействия. Например, таковыми контрольными импедансометрическими средами могут быть фосфатидилхолиновые бислои\*\* (Naumowicz et al., 2011), отчасти моделирующие не только эпителиальные или эпидермальные мембраны, но и подкожные жировые слои, воздействующие на результаты кожных импедансных измерений (Tarulli et al., 2007). Так как даже самые радикальные (напр., Lo, 2004) последователи акупунктуры сейчас признают поляризационный, т.е. зарядовый характер эффектов акупунктуры, связанных с зонами пониженного импеданса††, что явно противоречит информационному подходу‡‡, единственным возможным "осложнением" Вашей экспериментальной работы после этого контроля будет обнаружение, что и модельные, и естественные мембранные структуры не дают оснований заявлять по импедансному отклику об информационном характере Ваших методов воздействия, однако этого бояться не стоит, так как Вы как ученый стремитесь не навязать природе представление об информационном характере воздействия, а распознать

\* По истории внедрения данного подхода можно составить представление по сборнику: Electrical Impedance Tomography: Methods, History and Applications (Ed. by D.S. Holder), 456 p., Taylor & Francis, 2004.

† Это производится, в частности, теми же группами, которые ранее занимались обычной импедансной томографией: см., напр. (Korzhenevskii et al., 1997).

‡ Следует отметить, что данные методы коммутативны: на установке индукционной томографии можно с равной точностью картировать импеданс (Korzhenevskii et al., 1999).

§ Это удобно, в частности, для микроскопических измерений импеданса – т.н. импедансной микроскопии (Wang et al., 2011), в которой в силу микроскопической поверхности исследуемых зон (например – кожи), дающей наиболее прецизионные результаты измерений, большого количества каналов не требуется. На этом принципе в последнее время созданы установки для импедансной спектроскопии для анализа одиночных клеток (Malleo, 2010). Я полагаю, что данный подход может послужить и в Вашем направлении работы.

\*\* Любопытно отметить наличие бислойных моделей и в импедансной томографии (Kullkarni et al., 2009).

†† См., напр. чисто акупунктурную работу (Colbert et al., 2008).

‡‡ Хотя авторов, подобных Lo можно обвинить и в незнании физики, поскольку фривольные рассуждения о кластерах воды и квантовой физике в молекулярной биологии безо всяких на то оснований выдают в нем прожектерствующего дилетанта.

то, как природа работает в этом случае, смиренно принимая то, что следует из физических экспериментальных данных.

Так как мембранные измерения импеданса известны с 1940-х гг. (Goldman, 1943), все данные об этом давно уже собраны, а значит попытки внести что-то новое могут быть небезуспешными только в случае непротиворечивости к старым данным, то есть, вводя представление об информационном характере воздействия Ваших агентов, Вы обязаны будете подтвердить его со всех сторон, с которых исследовавшиеся ранее эффекты были получены, не дав при этом представления об "информационности".

Для того, чтобы это сделать нужно, как минимум, определить причины воздействия эфирных масел на организм/ткань и, как указывалось в начале настоящей работы, найти источники информации, если таковая работает в Вашем случае, на каждом конкретном уровне организации, способном участвовать в данном процессе, начиная с молекулярного уровня. Для этого не обязательно шерстить всю литературу до 1930-х гг. или ранее (Reed, 1932), хотя в старой литературе также могут быть ценные указания, но достаточно к известным данным последнего десятилетия(-ий) приложить логику Вашего изыскания.

Что мы знаем из последней литературы о воздействии эфирных масел, способном, с позиций Вашего подхода, рассматриваться как информационное (т.е. специфическое или селективное)? Для того, чтобы некий агент можно было рассматривать на молекулярном уровне как информационный, он должен подвергаться молекулярному распознаванию на данном уровне, то есть, с точки зрения обработки "информационных" сигналов (эфирных масел) клеткой (Marks et al., 2008), должен селективно – по Фишеровскому принципу "ключ-замок", что в настоящее время в модифицированной форме ("рецептор-субстрат" или же "гость-хозяин") лежит в основе современной супрамолекулярной химии (Lehn, 1995) – распознаваться клеткой либо как промотор или биокатализатор оптимизировать стерические и статистические условия для других агентов, чтобы они могли стерически и комплементарно распознаваться ею. Так как на мембране, опосредующей взаимодействие Вашего агента с клеточным метаболомом, находятся рецепторы и ферменты\*, способные к супрамолекулярной фиксации/молекулярному распознаванию, понятно, что необходим ответ из текущей литературы на следующий вопрос: имеет ли место воздействие эфирных масел на иммунные рецепторы, гормональные рецепторы, ферменты, отвечающие за или косвенно регулирующие проницаемость кожи; если да, то насколько специфичен эффект.

Известно, что как у млекопитающих, так и у других позвоночных, эфирные масла без прямого супрамолекулярно-химического взаимодействия воздействуют на проницаемость кожи. Это отмечено на коже змеи (Brito et al., 2009), рыбы (Tongnuanchan et al., 2012), мыши – в т.ч. для гормональных препаратов (Monti et al., 2002), человека – при разных pH (Rizi et al., 2011). В пользу неспецифического характера взаимодействия в данных случаях говорит также тот факт, что, с позиций биохимической физики, не завися от специфических взаимодействий†, модифицируя физико-химически поверхность кожи (Oikawa et al., 2003), эфирные масла усиливают химически-индуцированные вызванные потенциалы на коже мышей (Gupta, Mehrota, 1990). Тоже самое наблюдается при неспецифическом токсическом поражении кожи эфирными маслами, регистрируемом с использованием методов гистохимии и гистопатологии (Hayes, Markovic, 2003), в случае которого наблюдаются локальные мембранопатии, согласующиеся по локализации с местом поражения в пределах, говорящих о некорректности привязки эффекта к любой конкретной структуре (а раз уж нет полной специфичности на тканевом уровне, то, что мы можем противопоставить этому на молекулярно-рецепторном?).

Этот эффект чрезвычайно похож на результат антистафилококкового применения эфирных масел, заключающийся в лактонно-сесквитерпеновом повреждении клеточной

\* См., напр., первые относительно полные, с современных позиций, изданий по данной тематике: *Enzymes, Receptors, and Carriers of Biological Membranes: A Laboratory Manual* (Ed. by A. Azzi, U. Brodbeck, P. Zahler), 184 p., Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986 и *Membrane Receptors and Enzymes as Targets of Insecticidal Action* (Ed. by Clark J.M., Matsumura F.), 266 p., Plenum Publishers, New York, 1986.

† С позиций импедансометрии, данное электрофизиологическое воздействие иррадирует на миллиметры и далее, тогда как при клеточном эффекте локальность должна быть внутритканной, не выходящей за границы данной ткани как метаболической диффузионной зоны.

мембраны (Stojanovic-Radic et al., 2012). Очевидно, что наличие одновременно высокой чувствительности и токсичности по отношению к коже у эфирных масел (Zhang et al., 2012) говорит о том, что в указанной модальности они работают как ксенобиотики, так как для нормальных фитометаболитов существуют петли обратной связи регуляции количества воспринимаемого рецепторами субстрата. В случае человеческой кожи здесь явно имеется воздействие "количеством", а не "качеством": при способности уничтожать такое аллергическое заболевание как экзему (Kerscher, Korting, 1992), эфирные масла сами являются источником аллергии и астматических синдромов при передозировке (Cantan, 2008), то есть специфичности к клеткам возбудителя или определенным клеткам организма нет\*. В таком случае логично поставить вопрос об иммуноспецифичности такого воздействия, что также будет давать нам ответ о наличии информации (Forrest, Hofmeyer, 2000; Hart, 2002).

Рассмотрим результаты аналитического обзора, позволяющие ответить на указанный вопрос. Выявляется широкая по количеству затрагиваемых возбудителей, а следовательно неспецифическая и молекулярно-опосредованная эффективность эфирных масел: эфирные масла подавляют рост устойчивых к антибиотикам возбудителей инфекций кожи (Yang et al., 2009), обладают противогрибковым потенциалом<sup>†</sup> (Vajpai et al., 2009), при кожных аппликациях в виде желатиновых пленок с эфирными маслами обеспечивают высокоэффективное антимикробное действие (Ahmad et al., 2012; Tongnuanchan et al., 2012), ингибируют устойчивые формы кожных патогенов и оптимизируют активность макрофагов<sup>‡</sup> (Yoon et al., 2009), эфирные масла и содержащие их экстракты растений используются в качестве антимикробных средств в косметических эмульсиях (Herman, 2013). Отсутствие видоспецифичности (а значит – рецепторной специфичности – вплоть до полного отсутствия отличий эффективности воздействия на *Protozoa* и *Metazoa*, имеющих разные комплексы на поверхности мембран/клеточных стенок) говорит о том, что воздействие эфирными маслами не несет информации на молекулярном и клеточном уровне. Из этого следует, что перечисленную номенклатуру аргументов возможно считать необходимой и достаточной для исключения переменной информации на молекулярном уровне.

#### **6. От феноменологии к физике. Специфичность как объективность.**

Так как на тканевом уровне "информация" присутствует в виде гистоспецифичности как способа коммуникации клеток, в т.ч. клеток разных тканей, то можно редуцировать её до молекулярного уровня, но для этого необходимо еще одно звено: если, как указывалось выше, эфирные масла влияют на проницаемость кожи организмов различных таксонов, то при неспецифичности воздействия импедансометрические характеристики у организмов различных таксонов должны быть близкими, отвечающими единым физическим законам и принципам. За многие годы *прогрессивное человечество* накопило огромную выборку данных по этому направлению – напр., изучались изменения проводимости/пропускания свиной кожи электрогенного характера (Gallo et al., 1997), переменноточковый (AC) импеданс кожи лягушки с неспецифическими изменениями активного транспорта (Brown, Kastella, 1965), диэлектрические свойства кожи человека (Poon, Choy, 1981), включая диэлектрические характеристики точек акупунктуры на сверхвысоких – до 75 ГГц частотах (Egot-Lemaire, Ziskin, 2001) и т.д., и т.п., и пр. (полагаю, для Вас не составит труда при необходимости найти десятки подобных публикаций, так как я дал первые попавшиеся из имевшихся у меня в архиве; впрочем для аргументации уже и их достаточно).

При наличии отличий в деталях общая картина ясна: стимуляция кожи и косвенно возбуждающих её тканей у различных животных ведет к однотипным эффектам в аспекте изменений импеданса, базирующимся на единых законах электрофизиологии.

Соответственно, эти изменения имеют неспецифический характер, а "информацию" можно извлечь только из деталей, которых мы коснемся ниже, как только нивелируем еще

\* Более того, с позиций импедансометрии, любые инфекции, включая вирусные (Drew et al., 2010) как частный неспецифический эффект дают изменение импеданса определенных клеточных слоев, вследствие чего очевидно, что любой контрагент к ним будет также вызывать изменение импеданса.

<sup>†</sup> В том числе – по отношению к дерматофитам (Pandey et al., 2010).

<sup>‡</sup> Это явно говорит об опосредованности, а следовательно – об отсутствии прямой информационности агента, особенно – учитывая данные по подавлению аккумуляции нейтрофилов у мышей при кожном применении эфирного масла герани (Maruyama et al., 2005).

один фактор, дающий неоднородность этих деталей (т.е. в конечном итоге – информацию), а именно – субъективность восприятия организмом комплексных воздействий.

Специфика субъективного восприятия имеет непосредственное отношение к Вашей теме: воздействие эфирных масел на организм человека/животного часто, даже если оно изменяет импеданс и т.п. физику/электрофизиологию, обусловлено не непосредственным эффектом на орган или ткань, а психофизиологическим действием. В этом случае в явном виде имеет место субъективный фактор, который может изменять параметры измерений импеданса и пр. настолько, что Вы будете видеть у одних испытуемых/мониторируемых волонтеров одни изменения, а у других – прямо противоположные, а значит статистически Ваши работы будут недостоверны. Известно, в частности, что для релаксационных целей эфирные масла в акупунктуре используют совместно со средствами, достойными кабинета психоаналитика или последователя интроспективной психологии – звуками, косметикой/парфюмерией, цветами и т.д. (Wakefield, 2005). С равным научным эффектом можно было бы изучать действие рамштайн-терапии на техно-рокера или пинк-фloyd-терапии на любителя олдскула. Чистое использование эфирных масел в акупунктуре (Holmes, 2009) и китайской медицине (Zhou et al., 2011) настолько ограничено, что сводится к методам обычной (не неконвенциональной) медицины, как известно, признающей эффект эфирных масел в фармацевтических/физиотерапевтических целях. Основной импедансный эффект в указанном случае может быть продуктом не эфирных масел, а остальных действующих факторов: как пример можно привести недавнюю парамедицинскую книжонку (Carey, de Muynck, 2007), в которой т.н. "Ohm Therapeutics" – т.е. якобы импедансное лечение ведется с использованием акустического воздействия (т.н. "Sound Healing"). Эксперименты в области биофизики и физиологии требуют более редукционистского подхода. Если одна или несколько переменных никак не сцеплены и не коррелируют между собой, а зависят только от личной воли экспериментатора или подопытного, то эксперимент невоспроизводим и его можно закрывать. Если Вы позиционируете наличие информационного эффекта клеточного уровня, а работаете на уровне, не только превышающем организменный, но и находящемся не на первом уровне лестницы или пирамиды Маслоу, то, очевидно, результата, имеющего в науке какую-то ценность, Вы не получите. Потому для того, чтобы говорить о биологическом эффекте, а не о психофизиологическом, требуется произвести контрольные эксперименты на изолированных органах или тканях, культурах клеток, животном в состоянии, не позволяющем воспринимать сенсорные сигналы масел субъективно через условный рефлекс и т.д.

После этого дельта между данным контролем и Вашими результатами, снятыми с целого комплексно реагирующего организма, и будет нести необходимую Вам информацию. Это предусматривает виртуозное владение статическими, математическими программными пакетами, специализированными пакетами обработки сигнала и изображений. Вы же даете мне только возможность взглянуть на качественный (то есть – заведомо не являющийся метрологическим) показатель полу-шарлатанского прибора, работающего на неизвестных принципах и варьирующего показания на одном человеке, в зависимости от субъективных и независимых от физиологии человека факторов. Что это значит «хорошее самочувствие» на индикаторе; насколько критична ситуация, при которой загораются красный индикатор? В описании прибора Вы этого не найдете, так как целью авторов прибора не являлась работа с верифицируемым и валидированным результатом – чем меньше можно задать вопросов и, соответственно, получить ответов, тем меньше вероятность концептуального и физического провала авторов данного прибора.

### **7. Сигнал, шум и репрезентативность данных.**

Соответственно встанет следующий вопрос: как мы можем опознать информацию, отделить таковую от шума и артефактов, а впоследствии – и обработать её качественно, что позволит ей быть доказательной для коллег и читателей Ваших статей и репрезентативной для публичной демонстрации, в т.ч. на защите Вашей диссертации. Я не заявляю, что Ваши объекты вообще не несут информацию (хотя и в корне отрицаю её наличие в эзотерическом ключе, который позиционирует Ваш научный руководитель), но я считаю, что информация – слово настолько же объективное, как и «сила тока», «импеданс» или «частота». Поэтому в отсутствие метрологических возможностей её детектирования – говорить о ней бесполезно.



Для выявления предполагаемых Вами "информационных" свойств необходимо, как минимум, перейти от исследования общей степени возбуждения, аддитивно получаемой с помощью Вашего прибора (отчего последний и "делает вид", что он сам знает, насколько то или иное значение соответствует тому или иному состоянию, что невозможно, если у Вас есть множество переменных и большая выборка данных, автоматизированный анализ которых ЭВМ по алгоритмическим причинам не выполнит без оператора-специалиста), к компьютерному анализу этих множеств переменных и массивов данных, выполняемому Вашими руками с учетом всех особенностей эксперимента/мониторинга. Ниже приведу некоторое количество математики, которую Вы можете опустить и принять на веру, если будет тяжело, так как предлагаемое в дальнейшем программное обеспечение считает само, а от Вас потребуются только понимание при интерпретации, но сначала мы определимся с понятием информации, используемым при этом. Как мы выяснили, на целом ряде уровней организации исследуемой Вами системы информации в прямом смысле слова не найдено.

Эвристические уловки типа "принять за информацию байты сигнала кожного сопротивления, регистрируемого с помощью АЦП компьютером", "считать субъективный отклик человека за меру информационного воздействия" отмечаем сразу – организм ничего не измеряет в байтах, а субъективные реактивности не являются статистически достоверными в рамках двоичной логики. С другой стороны, любые условные единицы измерения являются только лишь оценками по умолчанию, а не абсолютными значениями (пример: Ваша программа для приборчика, выдающая иллюстрации из журнала "Веселые картинки", не выдает Вам исходных данных в численном виде, т.е. её картинка – не диагноз организма, а прикидочная оценка, которую машина интерпретирует как программист указал ей в коде; еще неизвестно, какие хохмы он там наворочал, сопоставляя одни физические параметры "духу", другие – "телу" и т.д.). Единственное возможное решение: исходить при выборе метрической системы и единиц измерения из объективных параметров организма как биофизической, а следовательно – физической системы.

Очевидно, что информацию здесь можно получить только при обработке данных электрофизических импедансометрических измерений, но как её оценить? Информация – вещь относительная: единица в бинарной машинной логике действует лишь потому, что есть некоторый уровень, принятый за ноль, относительно которого эта единица существует как единица. Соответственно, измерения ее в биологических организмах возможны только в виде "информация сигнала А относительно сигнала В", где В - информация интактного/контрольного состояния, а А – информация результата воздействия (или состояния системы после некоего возмущения). Из этого и будем исходить.

Пусть даны два множества измерений до воздействия – А и после него – В. Взаимная информация между элементом  $a_i$  множества А и элементом  $b_j$  множества В определяется как количество информации, которое имеют измерения  $a_i$  и  $b_j$  по отношению к друг другу:

$$I_{a,b} = \ln \left[ \frac{P_{AB}(a_i, b_j)}{P_A(a_i)P_B(b_j)} \right]$$

Если измерения независимы, то взаимная информация равна нулю. Усредняя по всем измерениям, получаем:

$$I_{AB} = \sum_{a,b} P_{AB}(a_i, b_j) \ln \left[ \frac{P_{AB}(a_i, b_j)}{P_A(a_i)P_B(b_j)} \right]$$

Заменяя  $a_i$  и  $b_j$  на  $s_k$  и  $s_{k+\tau}$  соответственно, получаем среднюю взаимную информацию как функцию временной задержки  $\tau$ . Задержка  $\tau$  выбирается равной времени первого минимума во взаимной информации\*.

\* Здесь и далее математизация дается по широко известной работе: Сычев В.В. Вычисление стохастических характеристик физиологических данных. Магистерская диссертация, ИПМБ РАН, Пущино. 1999. Полагаю, что качественно это достаточно, ибо, иначе, при опоре на фундаментальные забугорные источники Вам не уйти от вопросов комиссии "А Вы читаете зарубежную математическую литературу на языке оригинала?".

Необходимо стремиться выбрать  $\tau$  так, чтобы корреляция между  $s_k$  и  $s_{k+\tau}$  была по возможности минимальной. Традиционный способ выбора временной задержки состоит в вычислении автокорреляционной функции временного ряда:

$$B(\tau) = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} (s_k - \bar{s})(s_{k+\tau} - \bar{s}), \quad m = M - \tau$$

Задержка  $\tau$  выбирается равной времени первого пересечения нуля автокорреляционной функции. Второй способ требует вычисления спектра мощности временного ряда, т.е. быстрого преобразования Фурье автокорреляционной функции. Если в спектре мощности присутствуют кратные пики, то задержка  $\tau$  выбирается равной четверти периода самой высокой из доминирующих частот. Информационная размерность определяется следующим образом:

$$D_I = \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \left[ \ln I(\varepsilon) / \ln(1/\varepsilon) \right], \quad I(\varepsilon) = - \sum_{i=1}^{M(\varepsilon)} p_i \ln p_i$$

Здесь  $I(\varepsilon)$  – количество информации, необходимое для определения состояния системы в пределах точности  $\varepsilon$ ,  $M(\varepsilon)$  – число компонентов фазового портрета динамической системы со стороны  $\varepsilon$ ,  $p_i$  – вероятность посещения фазовой траекторией  $i$ -го компонента. Так как для малых  $\varepsilon$   $I(\varepsilon) \approx D \ln(1/\varepsilon)$ , то  $D_I$  характеризует скорость возрастания информации с уменьшением  $\varepsilon$ . Если система пространственно однородна, то  $D_I = D_F$ , в противном случае  $D_I < D_F$ . При этом существует непосредственная связь между информационной размерностью и фрактальной размерностью Хаусдорфа  $D_F$ :

$$D_F = \lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \left[ \ln M(\varepsilon) / \ln(1/\varepsilon) \right]$$

где  $M(\varepsilon)$  – минимальное число вышеуказанных компонент с ребром  $\varepsilon$ , необходимых для покрытия. Применив это определение для вычисления размерности точки, линии и поверхности, легко убедиться в привычных значениях 0, 1 и 2 соответственно. Для нетривиальных множеств размерность  $D_F$  может оказаться дробной.

Размерность Хаусдорфа может быть исследована через показатель Херста или, что распространено, экспоненту Херста. Размерность вычисляется тогда как  $D=2-H$ , где  $H$  – показатель Херста. Машина вычислит Вам экспоненту Херста целиком, поэтому здесь не будем останавливаться на математических тонкостях, а остановимся на интерпретации  $H$ : при  $H < 0,5$  ( $D > 1,5$ ) значения ряда резко изменяются, процесс обладает долговременной знакопеременной тенденцией и называется антиперсистентным, когда  $H$  приближается к 0, график ряда стремится превратиться из линии в плоскую фигуру, что соответствовало бы  $D=2$ , при  $H=0,5$  ( $D=1,5$ ) ряд обладает свойствами так называемого белого шума, т.е. значения ряда абсолютно независимы и между ними нет каких-либо автокорреляций, что соответствующим образом сказывается на наличии информации.

Таким образом, через показатель Херста, коррелирующий с размерностью Хаусдорфа, однозначно сопряженной с информационной размерностью, мы можем исследовать саму информационную размерность и, как следствие, количественно оценить некоторые информационные особенности Вашей системы.

Далее Вы должны перейти к исследованию информации через энтропию. Энтропия в статистической физике тесно связана с информационной энтропией, которая служит мерой неопределенности сообщений данного источника (сообщения описываются множеством величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые могут быть характерными или патогномичными сигналами, и соответствующих вероятностей  $p_1, p_2, \dots, p_n$  появления величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в сообщении). Для определенного статистического распределения вероятностей  $p_k$  информационной энтропии вычисляют\*:

\* По данным: Соловьев Ю.Л. Энтропийные методы оценки устойчивости. / Вестник кибернетики. Вып. 1. Тюмень: Издательство ИПОС СО РАН, 2002.

$$H_u = - \sum_{k=1}^k p_k \ln p_k$$

при условии

$$\sum_{k=1}^n p_k = 1$$

Значение  $H_u$  равно нулю, если какое-либо из  $p_k$  равно 1, а остальные – нулю, т.е. неопределенность в информации отсутствует. Энтропия принимает наибольшее значение, когда  $p_k$  равны между собой и неопределенность в информации максимальна. Информационная энтропия, как и термодинамическая, обладает свойством аддитивности (то есть энтропия нескольких сообщений равна сумме энтропий отдельных сообщений), что весьма немаловажно для Вашего случая, где будет иметь место наложение энтропии сигналов с различных коммутирующих через низкоимпедансные зоны источников.

Соответственно, необходимо строить графики корреляционной энтропии (и корреляционной размерности) с целью демонстрации информационных характеристик, так как корреляционная энтропия очевидно связана с информацией: по связи энтропии и информации в различных приложениях существует множество зарубежной литературы (Jumarie, 2000; Yu, 2000; Sethna, 2006; Volkenstein, 2009; \* Principe, 2010; Gray, 2011 and etc.), т.е. при аргументации Вашего методического выбора оценки информации у Вас не возникнет проблем с аргументацией перед комиссией.

## References

- Ahmad et al., 2012 – Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T., Agustini, T.W. (2012). Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. *Food Hydrocolloids*, Vol. 28, No. 1, pp. 189–199 (2012)
- Bajpai et al., 2009 – Bajpai V.K., Yoon J.I., Kang S.C. Antifungal potential of essential oil and various organic extracts of *Nandina domestica* Thunb. against skin infectious fungal pathogens, *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 83, No. 6, pp. 1127–1133 (2009).
- Banga, 1998 – Banga, A.K. (1998). *Electrically Assisted Transdermal and Topical Drug Delivery*, 172 p., CRC Press.
- Barry, 1983 – Barry, B.W. (1983). *Dermatological Formulations*, 494 p., CRC Press, New York.
- Bonmassar et al., 2010 – Bonmassar, G., Iwaki, S., Goldmakher, G., Angelone, L.M., Belliveau, J.W., Lev, M.H. (2010). On the Measurement of Electrical Impedance Spectroscopy (EIS) of the Human Head. *Int. Journ. Bioelectromagn.*, Vol. 12, No. 1, pp. 32–46.
- Boucein, 2012 – Boucein, W. (2012). *Electrodermal Activity*. 636 p., Springer, New York-Dordrecht-Heidelberg-London.
- Brito et al., 2009 – Brito, M.B., Barin, G.B., Araújo, A.A.S., de Sousa, D.P., Cavalcanti, S.C.H., Lira, A.A.M., Nunes, R.S. (2009). The action modes of *Lippia sidoides* (Cham) essential oil as penetration enhancers on snake skin. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 97, No. 1, pp. 323–327.
- Brown, Kastella, 1965 – Brown, A.C., Kastella, K.G. (1965). The AC Impedance of Frog Skin and Its Relation to Active Transport. *Biophys. Journ.*, Vol. 5, No. 4, pp. 591–606.
- Cantan, 2008 – Cantan, A. (2008). Other Allergic Skin Disorders. pp. 539–594. Cantan A. *Pediatric Allergy, Asthma and Immunology*, 1651 p., Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Carey, de Muynck, 2007 – Carey, D., de Muynck, M. (2007). *Acutonics: There's No Place Like Ohm, Sound Healing, Oriental Medicine, and the Cosmic Mysteries*, 270 p., Devachan Press, Vadito, New Mexico.
- Chapman et al., 2010 – Chapman, M.E., Hu, L., Plato, C.F., Kohan, D.E. (2010). Bioimpedance spectroscopy for the estimation of body fluid volumes in mice. *Am. Journ. Physiol. Renal. Physiol.*, Vol. 299, No. 1, pp. F280–F283.

\* Последняя является переводом с русского оригинала. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.twirpx.com/file/870387/>

**Colbert et al., 2009** – Colbert, A.P., Larsen, A., Chamberlin, S., Decker, S., Decker, C., Schiffke, H.C., Gregory, W.L., Thong, T. (2009). A Multichannel System for Continuous Measurements of Skin Resistance and Capacitance at Acupuncture Points. *Journ. Acupunct. Meridian Stud.*, Vol. 2, No. 4, pp. 259–268.

**Colbert et al., 2008** – Colbert, A.P., Yun, J., Larsen, A., Edinger, T., Gregory, W.L., Thong, T. (2008). Skin Impedance Measurements for Acupuncture Research: Development of a Continuous Recording System. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, Vol. 5, No. 4, pp. 443–450.

**Drew et al., 2010** – Drew, C.P., Gardner, I.A., Mayo, C.E., Matsuo, E., Roy, P., MacLachlan, N.J. (2010). Bluetongue virus infection alters the impedance of monolayers of bovine endothelial cells as a result of cell death. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, Vol. 136, No. 1-2, pp. 108–115.

**Egot-Lemaire, Ziskin, 2011** – Egot-Lemaire, S. J-P., Ziskin, M.C. (2011). Dielectric properties of human skin at an acupuncture point in the 50 – 75 GHz frequency range. *A pilot study. Bioelectromagnetics*, Vol. 32, No. 5, pp. 360–366.

**Forrest, Hofmeyer, 2000** – Forrest, S., Hofmeyer, S.A. (2000). Immunology as Information Processing. pp. 361-387. Design Principles for Immune System & Other Distributed Autonomous Systems (Ed. by Segel L.A., Cohen I.R.), Oxford Univ. Press, Oxford, New York.

**Gabard et al., 2006** – Gabard, B., Clarys, P., Barel, A.O. (2006). Comparison of Commercial Electrical Measurement Instruments for Accessing the Hydration State of the Stratum Corneum. pp. 351-360, In: Handbook of Non-Invasive Methods and the Skin (Ed. by J. Serup, G.B.E. Jemec, G.L. Grove), 1056 p., CRC Press, Boca Raton.

**Gallo et al., 1997** – Gallo, S.A., Oseroff, A.R., Johnson, P.G., Hui, S.W. (1997). Characterization of electric-pulse-induced permeabilization of porcine skin using surface electrodes. *Biophys J.*, Vol. 72, No. 6, pp. 2805–2811.

**Goldman, 1943** – Goldman, D.E. (1943). Potential, impedance, and rectification in membranes. *Journ. Gen Physiol.*, Vol. 27, No. 1, pp. 37-60.

**Gray, 2011** – Gray, R.M. (2011). Entropy and Information Theory, 438 p., Springer, New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

**Grimmes, Martinsen, 2008** – Grimmes, S., Martinsen, O.G. (2008). Bioimpedance and Bioelectricity Basics, 320 p., Academic Press, London - San Diego, 2000. Martinsen O.G., Grimmes S. Bioimpedance and Bioelectricity Basics, Second Edition. 488 p., Academic Press, Oxford – London – San Diego – Burlington.

**Gulyaev, 2010** – Gulyaev, Y.V., Korjenevsky, A.V., Tuykin, T.S., Cherepenin, V.A. (2010). Visualizing electrically conducting media by electric field tomography. *Journal of Communication Technology and Electronics*, Vol. 55, No. 9, pp. 1062-1069.

**Gupta, Mehrota, 1990** – Gupta, K.P., Mehrota, N.K. (1990). Assessment of ornithine decarboxylase (ODC) induction potential of cutting oils over mouse skin. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 44, No. 5, pp. 715-720.

**Hart, 2002** – Hart, E. (2002). Immunology as a Metaphor for Computational Information Processing: Fact or Fiction? Ph. D. Thes., Artificial Intelligence Applications Institute, Division of Informatics, University of Edinburgh, Edinburgh, 213 p.

**Hayes et al., 2003** – Hayes, A.J., Markovic, B. (2003). Toxicity of Australian essential oil *Backhousia citriodora* (lemon myrtle). Part 2. Absorption and histopathology following application to human skin. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 41, No. 10, pp. 1409–1416.

**Herman et al., 2013** – Herman, A., Herman, A.P., Domagalska, B.W., Mlynarczyk, A. (2013). Essential Oils and Herbal Extracts as Antimicrobial Agents in Cosmetic Emulsion. *Indian Journal of Microbiology*, Vol. 53, No. 2, pp. 232-237.

**Holmes, 2009** – Holmes, P. (2009). Essential Oils In Chinese Medicine. *Acupuncture Today*, Vol. 10, No. 10.

**Jumarie, 2000** – Jumarie, G. (2000). Maximum Entropy, Information Without Probability and Complex Fractals: Classical and Quantum Approach. 292 p. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, Boston, London.

**Kerscher, Korting, 1992** – Kerscher, M.J., Korting, H.C. (1992). Treatment of atopic eczema with evening primrose oil: rationale and clinical results. *The clinical investigator*, Vol. 70, No. 2, pp. 167-171.

[Korjenevsky, Tuykin, 2006](#) – Korjenevsky, A., Tuykin, T. (2006). Experimental Setup for Single-Channel Electric Field Tomography Measurements, Proc. 7th Conf. Biomedical Applications of Electrical Impedance Tomography (Seoul, Korea), p. 177.

[Korjenevsky et al., 1999](#) – Korjenevsky, A.V., Cherepenin, V.A. Sapetsky, S.A. Visualization of electrical impedance by magnetic induction tomography, *Med. Biol. Eng. Comput.*, Vol. 37, Suppl. 2, pp. 154-155.

[Korjenevsky, Tuykin, 2007](#) – Korjenevsky, A.V., Tuykin, T.S. (2007). Electric field tomography: setup for single-channel measurements. *Physiol. Meas.*, Vol. 28, pp. S279-S289.

[Korjenevsky, Tuykin, 2010](#) – Korjenevsky, A.V., Tuykin, T.S. (2010). Experimental demonstration of electric field tomography, *Physiol. Meas.*, Vol. 31, pp. S127-S134.

[Korzhenevskii, Cherepenin, 1997](#) – Korzhenevskii, A.V., Cherepenin, V.A. (1997). Magnetic induction tomography. *Journal of Communication Technology and Electronics*, Vol. 42, No 4, pp. 469-474.

[Korzhenevskii et al., 1997](#) – Korzhenevskii, A.V., Kornienko, V.N., Kul'tiasov, M.Y., Kul'tiasov, Y.S., Cherepenin, V.A. (1997). Electrical impedance computerized tomograph for medical applications. *Instruments and Experimental Techniques*, Vol. 40, No 3, pp. 415-421.

[Kulkarni et al., 2009](#) – Kulkarni, R., Kao, T.J., Boverman, G., Isaacson, D., Saulnier, G.J., Newell, J.C. (2009). A two-layered forward model of tissue for electrical impedance tomography. *Physiol. Measur.*, Vol. 30, No. 6, pp. S19-S34.

[Lalko, Api, 2006](#) – Lalko, J., Api, A.M. (2006). Investigation of the dermal sensitization potential of various essential oils in the local lymph node assay. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 44, No. 5, pp. 739-746.

[Lehn, 1995](#) – Lehn, J.-M. (1995). *Supramolecular Chemistry*, 271 p., Wiley-VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo.

[Lewis et al., 1996](#) – Lewis, S., Clausen, C., Wills, N.K. (1996). Impedance analysis of epithelia. pp. 118-145. *Epithelial Transport: A guide to methods and experimental analysis* (Ed. by Wills N.K., Reuss L., Lewis S.A.), 372 p., Chapman & Hall, London-Weinheim-New York-Tokyo-Melbourne-Madras.

[Litscher, Wang, 2010](#) – Litscher, G., Wang, L. (2010). Biomedical engineering meets acupuncture - development of a miniaturized 48-channel skin impedance measurement system for needle and laser acupuncture. *Biomed. Eng. Online*, Vol. 9, 78.

[Lo, 2004](#) – Lo, S.Y. (2004). *The Biophysics Basis for Acupuncture and Health*, 162 p., Dragon Eye Press.

[Malleo, 2010](#) – Malleo, D. (2010). Impedance Spectroscopy for Cellular Analysis: Novel electrode materials and device designs for single cell analysis, 220 p., Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.

[Marks et al., 2008](#) – Marks, F., Klingmüller, U., Müller-Decker, K. (2008). *Cellular Signal Processing: An Introduction to the Molecular Mechanisms of Signal Transduction*, 656 p., Garland Science, New York, Abingdon.

[Maruyama et al., 2005](#) – Maruyama, N., Sekimoto, Y., Ishibashi, H., Inouye, S., Oshima, H., Yamaguchi, H., Abe, S. (2005). Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *Journal of Inflammation*, Vol. 2, 1.

[Monti et al., 2002](#) – Monti, D., Chetoni, P., Burgalassi, S., Najarro, M., Fabrizio Saettone, M., Boldrini, E. (2002). Effect of different terpene-containing essential oils on permeation of estradiol through hairless mouse skin. *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 237, No. 1-2, pp. 209-214.

[Naumowicz et al., 2011](#) – Naumowicz, M., Petelska, A.D., Figaszewski, Z.A. (2011). Impedance Analysis of Complex Formation Equilibria in Phosphatidylcholine Bilayers Containing Decanoic Acid or Decylamine. *Cell Biochem. Biophys.*, Vol. 61, No. 1, pp. 145-155.

[Nicander et al., 2006](#) – Nicander, I., Aberg, P., Ollmar, S. (2006). Bioimpedance as a Non-Invasive Method for Measuring Changes in Skin. pp. 345-350. *Handbook of Non-Invasive Methods and the Skin* (Ed. by J. Serup, G.B.E. Jemec, G.L. Grove), 1056 p., CRC Press, Boca Raton.

[Noor, 2010](#) – Noor, J. (2010). *Electrical Impedance Tomography: A Low Frequency Approach*, 188 p., Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.

[Nuccitelli et al., 2008](#) – Nuccitelli, R., Nuccitelli, P., Ramlatchan, S., Sanger, R., Smith, P.J.S. (2008). Imaging the electric field associated with mouse and human skin wounds. *Wound Repair Regen.*, Vol. 16, No. 3, pp. 432-442.

**Oikawa et al., 2003** – Oikawa, D., Nakanishi, T., Nakamura, Y., Takahashi, Y., Yamamoto, T., Shiba, N., Tobisa, M., Takagi, T., Iwamoto, H., Tachibana, T., Furuse, M. (2003). Dietary CLA and DHA modify skin properties in mice. *Lipids*, Vol. 38, No. 6, pp. 609-614.

**Oleson, 2001** – Oleson, T. (2001). Neurophysiological basis of auricular acupuncture. pp. 97-112. *Clinical Acupuncture: Scientific Basis* (Ed. by G. Stux, R. Hammerschlag), 238 p., Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Barcelona-Hong Kong-London-Milan-Paris-Singapore-Tokyo.

**Omura, 2003** – Omura, Y. (2003). *Acupuncture Medicine: Its Historical and Clinical Background*, 288 p., Dover Publications, New York.

**Pandey et al., 2010** – Pandey, K.P., Mishra, R.K., Kamran, A., Mishra, P., Bajaj, A.K., Dikshit, A. (2010). Studies on antidermatophytic activity of waste leaves of *Curcuma longa* L. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, Vol. 16, No. 2, pp. 177-185.

**Poon, Choy, 1981** – Poon, C.S., Choy, T.T. (1981). Frequency dispersions of human skin dielectrics. *Biophys. Journ.*, Vol. 34, No. 1, pp. 135-147.

**Principe, 2010** – Principe, J.C. (2010). *Information Theoretic Learning: Renyi's Entropy and Kernel Perspectives*. 462 p., Springer, New York – Dordrecht – Heidelberg – London.

**Reed, 1932** – Reed, R.M. (1932). Determination of moisture in essential oils. *Oil & Soap*, Vol. 9, No. 3, pp. 66-68.

**Rizi et al., 2011** – Rizi, K., Green, R.J., Donaldson, M.X., Williams, A.C. (2011). Using pH Abnormalities in Diseased Skin to Trigger and Target Topical Therapy. *Pharmaceutical Research*, Vol. 28, No. 10, pp. 2589-2598.

**Russo et al., 2012** – Russo, M., Kelly, J.J., Taneja, R. (2012). *Essentials Of Nerve Conduction Studies*. 182 p., MJ Arenas LLC, Charlotte (North Carolina).

**Sethna, 2006** – Sethna, J.P. (2006). *Statistical Mechanics: Entropy, Order Parameters and Complexity*, 376 p. Oxford University Press, Oxford, New York.

**Stojanovic-Radic et al., 2012** – Stojanovic-Radic, Z., Comic, L., Radulovic, N., Blagojevic, P., Denic, M., Miltojevic, A., Rajkovic, J., Mihajilov-Krstev, T. (2012). Antistaphylococcal activity of *Inula helenium* L. root essential oil: eudesmane sesquiterpene lactones induce cell membrane damage. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, Vol. 31, No. 6, pp. 1015-1025.

**Stux, Pomeranz, 2011** – Stux, G., Pomeranz, B. (2011). *Acupuncture: Textbook and Atlas*, 360 p., Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo.

**Tarulli et al., 2007** – Tarulli, A.W., Chin, A.B., Lee, K.S., Rutkove, S.B. (2007). Impact of Skin-Subcutaneous Fat Layer Thickness on Electrical Impedance Myography Measurements: An Initial Assessment. *Clin Neurophysiol.*, Vol. 118, No. 11, pp. 2393-2397.

**Tatton et al., 2011** – Tatton, W.G., Bedingham, W., Verrier, M.C., Bruce, I.C., Blair, R.D.G. (2011). Abnormalities of Mechanoreceptor-Evoked Electromyographic Activity in Central Motor Disorders. pp. 9-18; *Electromyography and Evoked Potentials: Theories and Applications* (Ed. by Strupper A., Weindl A.), 284 p., Springer-Verlag; Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 1985, 2011.

**Taub, Sadick, 2008** – Taub, A.F., Sadick, N.S. (2008). Non-ablative Tightening and Lifting on the Body, pp. 119-139. *Procedures in Cosmetic Dermatology Series: Non-Surgical Skin Tightening and Lifting* (Ed. by Alam M., Dover J.S.), 192 p., Saunders (Elsevier).

**Tongnuanchan, 2012** – Tongnuanchan, P., Benjakul, S., Prodpran, T. (2012). Properties and antioxidant activity of fish skin gelatin film incorporated with citrus essential oils. *Food Chemistry*, Vol. 134, No. 3, pp. 1571-1579.

**Volkenstein, 2009** – Volkenstein, M.V. (2009). *Entropy and Information*, 219 p., Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.

**Wakefield, 2005** – Wakefield, M.E. (2005). *Essential Oils, Part Three: Blending Essential Oils According to Sound, Fragrance and Color*. *Acupuncture Today*, Vol. 6, No. 10.

**Wang, 2011** – Wang, W., Foley, K., Shan, X., Wang, S., Eaton, S., Nagaraj, V.J., Wiktor, P., Patel, U., Tao, N. (2011). Single cells and intracellular processes studied by a plasmonic-based electrochemical impedance microscopy. *Nat. Chem.*, Vol. 3, No. 3, pp. 249-255.

**Winterhalter et al., 2010** – Winterhalter, M., Münte, S., Gerhard, M., Danzeisen, O., Jüttner, T., Monaca, E., Hoy, L., Rahe-Meyer, N., Kienbaum, P. (2010). Prospective study comparing skin impedance with EEG parameters during the induction of anaesthesia with fentanyl and etomidate. Vol. 15, No. 2, pp. 47-53.

[Yang et al., 2009](#) – Yang, E.-J., Kim, S.-S., Oh, T.-H., Song, G., Kim, K.-N., Kim, J.-Y., Lee, N.H., Hyun, C.G. (2009). Peucedanum japonicum and Citrus unshiu essential oils inhibit the growth of antibiotic-resistant skin pathogens. *Annals of Microbiology*, Vol. 59, No. 3, pp. 623-628.

[Yoon et al., 2009](#) – Yoon, W.J., Kim, S.S., Oh, T.H., Lee, N.H., Hyun, C.G. (2009). *Abies koreana* Essential Oil Inhibits Drug-Resistant Skin Pathogen Growth and LPS-Induced Inflammatory Effects of Murine Macrophage. *Lipids*, Vol. 44, No. 5, pp. 471-476 (2009).

[Yu, 2000](#) – Yu, F.T.S. (2000). Entropy and Information Optics, 360 p., CRC Press, Boca Raton.

[Zhang et al., 2012](#) – Zhang, H., Han, T., Yu, C.-H., Jiang, Y.-P., Peng, C., Ran, X., Qin, L.-P. (2012). Analysis of the chemical composition, acute toxicity and skin sensitivity of essential oil from rhizomes of *Ligusticum chuanxiong*. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 144, No. 3, pp. 791–796.

[Zhou et al., 2011](#) – Zhou, J., Xie, G., Yan, X. (2011). Isolated Compounds (N-S). Encyclopedia of Traditional Chinese Medicines – Molecular Structures, Pharmacological Activities, Natural Sources and Applications, Vol. 4, pp. 1-636.