

О влиянии геометрии структурных элементов на параметры высочастотной неконтактной кондуктометрии

Сергей Кернбах, Ольга Кернбах¹

Аннотация—В этой работе исследуется влияние геометрии структурных элементов (СЭ) на частоту генерации полупроводникового LC осциллятора высокочастотного неконтактного кондуктометра. Использовался активный метод измерения, при котором СЭ находились между маломощным ЭМ излучателем и сенсором. Геометрия СЭ создавалась диэлектрическими конусами, изготовленными из полиактида, в отдельных случаях конусы соединялись диэлектрическими и металлическими соединительными элементами. В экспериментах были зафиксированы изменения на уровне 10^2 - 10^3 Гц для несущей частоты в 10^7 Гц в зависимости от параметров СЭ. Было показано, что интенсивности и спектры низкочастотного переменного магнитного и электрического полей на стороне сенсора находятся на уровне ЭМ шума <1.5 В/м и <1 нТ и не изменяются при включении излучателей или при изменении геометрии СЭ.

I. ВВЕДЕНИЕ

Разработка сенсоров, способных воспринимать геометрии пространственных объектов является существенной задачей в робототехнике и системах автоматизации [1]. В настоящий момент распознавание геометрии производится в основном оптическими методами с помощью (стерео)-камер [2] либо лазерных сканеров [3], [4]. Однако эти методы требуют существенных вычислительных ресурсов, как для обработки исходных данных, так и для соответствующих когнитивных моделей. Разработка не визуального метода для классификации геометрий является интересной прикладной задачей.

Основной мотивацией для данной работы послужили отчеты об изменении физико-химических параметров жидкостей, ЭМ полей и свойств твердых тел вблизи объектов определенной геометрии. Например, посредством УФ спектроскопии кислотно-основного индикатора бромтимолового синего, раствора соли $SnCl_2$ и раствора бензойной кислоты были показаны изменения

кислотно-щелочных свойств жидкостей, расположенных в объектах пирамидальной геометрии [5]. В этой же работе показывались изменения в дозиметрических пленках ЦДП-Ф2 и некоторых бактериальных культурах. В [6, стр.324, приложение N29] приводится заключение всероссийского электротехнического института о разнице (в 5 раз) между поведением объектов вблизи пирамид и в контрольных измерениях при приложении сильного электрического поля. В работах [7], [8] проводится анализ изменения диэлектрических свойств объектов разных геометрий при воздействии электрических полей низких частот. В [9] показываются изменения частоты генератора с кварцевым резонатором при расположении в различных местах пирамиды.

Для целей этой работы исследуемые диэлектрические структуры располагаются между источником ЭМ излучения и сенсорами. В качестве источника излучения используются генераторы переменных электрических и магнитных полей низкой частоты, и оптические генераторы [10]. Возможные геометрии ограничены конусообразными полыми формами, выполненными из полиактида. Эти структуры выстраиваются в цепочку от эмиттера к сенсорам и могут находиться в двух состояниях: повернутые основанием или же вершиной к излучателю. Может изменяться также расстояние между конусами. Подобная задача возникает, например, в трактах акустической передачи сигналов, в штучном производстве 'on-demand' [11], в системах неэлектромагнитной обработки информации [12], в различных генераторах и детекторах слабых воздействий [13].

В качестве сенсоров используются схемы, основанные на классической кондуктометрии. В работах [10], [14], [15] было показано, что двух и четырех электродные схемы на постоянном токе чувствительны к излучению, поляризующему диполи воды. Существует предположение, что основа этого явления заключена в диффузионном слое Гуи-Чепмена [16], [17]. Поляризация диполей воды в приэлектродном слое исследовалась в ряде работ [18], [19], [17]. Изменение электрохимических параметров под действием излучения происходит также и в объеме жидкости, на чем основана так называемая высочастотная неконтактная кондуктометрия

¹Cybertronica Research, Research Center of Advanced Robotics and Environmental Science, Melunerstr. 40, 70569 Stuttgart, Germany, {serge.kernbach, olga.kernbach}@cybertronica.de.com

[20], [21]. При пропускании электромагнитного поля высокой частоты через тестовую жидкость в С- или L-ячейках диэлектрические потери, и, соответственно, емкость или индуктивность, зависят также от поляризации диполей [22]. Например, в методах высокочастотного титрования при частотах до 50 МГц играют роль молекулярная или деформационная и ориентационная поляризации [23]. Эти эффекты, в конечном счете, могут детектироваться изменением частоты соответствующих LC генераторов. На этом принципе основана работа высокочастотного кондуктометрического сенсора.

Задачей этой работы является исследование системы 'источник излучения → СЭ → сенсор' при различных геометриях СЭ. По этой схеме были проведены 23 эксперимента с 136 опытами. Было показано, что изменение геометрии СЭ ведет к значительным изменениям в показаниях высокочастотного кондуктометра. При этом измеренные спектры ЭМ полей на стороне сенсора не показали значений, превышающих шум. Феноменология экспериментов, а также отсутствие изменений в ЭМ полях, указывают на нетипичность наблюдаемых эффектов для ЭМ взаимодействий. В предыдущих работах [24], [25], [10], [14] мы уже сталкивались с явлениями, которые сложно объяснить в рамках традиционной метрологии [26]. Для них была разработана специальная методология, например, выдерживание больших пауз между экспериментами, отключение и повторная калибровка сенсоров и т.д. Несмотря на то, что механизм взаимодействия ЭМ сигнала с конусными элементами не полностью понят, этот эффект может найти применение в системах распознавания диэлектрических объектов сложных геометрий.

Эта работа имеет следующую структуру. В разделе II показана конструкция приборов и обоснован выбор методологии экспериментов. Раздел III посвящен описанию проведенных экспериментов, и в разделе IV мы анализируем и обсуждаем полученные результаты. В разделе V подводятся итоги этой работе. В приложении, показываются исходные данные и графики всех экспериментов.

II. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРОВ

В этой работе используется активный метод измерения, когда структурные элементы расположены между источником излучения и сенсорами, в противоположность пассивному методу известному из литературы, когда производятся измерения без активного излучателя. Структура экспериментов показана на рисунке 1. Используются две конфигурации измерительного канала. В первом случае измерительный канал находится на прямой линии между источником излучения и сенсорами и составлен из несоприкасающихся между собой структурных элементов. Во втором случае, измерительный канал образован двумя конусами, их можно обозначить как 'приемный' и 'передающий', которые связаны между собой жестким кабелем. Эту

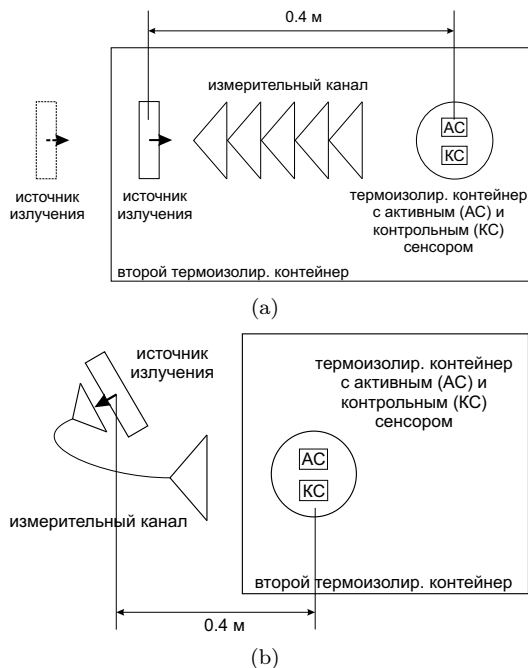


Рис. 1. Структура эксперимента. (а) Измерительный канал образован структурными элементами, имеющими различную ориентацию; (б) Измерительный канал образован двумя конусами, соединенными диэлектрическими, ферромагнитными и диамагнитными соединительными элементами. Генераторы вынесены за пределы второго контейнера с сенсорами.

систему можно рассматривать два конуса, соединенные длинным тонким цилиндром. Длина соединительного элемента в каждом случае 0.4 м. Лаборатория с сенсорами находится в подвальном помещении с минимальным уровнем суточных ритмов температуры (не более 0.2°C за сутки), уровень ЭМ шума находится на уровне $<1.5\text{В/м}$ и $<1\text{нТ}$.

Методология экспериментов основана на предыдущих опытах с кондуктометрическими сенсорами [10]. Для каждой серии экспериментов проводится сначала контрольный опыт, затем проводятся опытные замеры. Между сериями измерений, как сенсоры, так и генераторы извлекаются из контейнеров и выдерживаются выключенными порядка 72 часов. Перед каждой новой серией экспериментов, сенсоры включаются за 5-6 часов для стабилизации динамики. Уделяется внимание тому, чтобы одна серия экспериментов не длилась более 3х суток.

Результаты оцениваются следующим образом. Динамика показателей сенсора записывается на жесткий диск и анализируется после завершения каждого эксперимента. В первую очередь рассматриваются показания температурного сенсора. Если изменение градиента температуры $> 0.1^{\circ}\text{C}$ приходится на время включения генератора, этот результат считается недостоверным и далее не рассматривается. Для всех остальных результатов, показатели сенсоров разбиваются на временные окна в 5(7) часов – 2(3) часа перед включением генератора, 1 час включения генератора, и 2(3) часа

после выключения генератора. Для каждого временного окна оценивается отношение ожидаемого значения частоты к фактической, см. раздел II-B. Три значения, показавшие максимальный результат, усредняются и представляют результат этого эксперимента. Дополнительно, записывается количество сенсоров, показавших результат и рассчитывается среднее значение по всем временным окнам. Если менее трех сенсоров показали отклик, весь эксперимент считается недействительным. Эта методика использовалась также и в других работах [27], [28], [29].

А. Источник излучения

В этой работе используется два разных источника излучения: генератор электромагнитных полей ЕНМ5-L8R, производства фирмы Cybertronica Research, см. рисунок 2 и светодиодный генератор ЕНМІ, см. рисунок 2. Модуль ЕНМ5-L8R генерирует переменное элек-



(a)



(b)

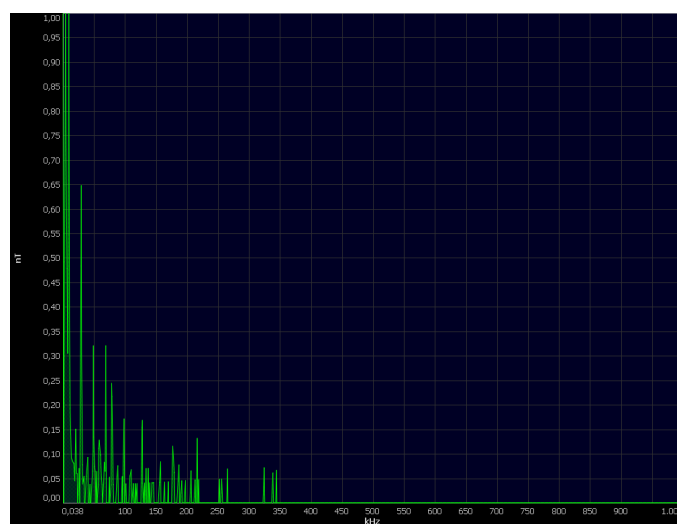
Рис. 2. (a) Модуль ЕНМ5-L8R – программируемый генератор переменного электрического, переменного магнитного полей и магнитного векторного потенциала. Этот генератор управляется собственным модулем управления, питание и программирование осуществляется через USB интерфейс. (b) Светодиодный генератор ЕНМІ.

трическое поле интенсивностью до 10кВ/м и переменное магнитное поле интенсивностью до 10мТ (измерено вблизи поверхности эмиттера) в диапазоне частот от 100мГц до 1кГц. Как интенсивность, так и частоту можно программировать и изменять в процессе работы через USB интерфейс. Светодиоды в генераторе ЕНМІ работают в режиме высокого прямого напряжения и сверхкоротких импульсов. Как показали работы А.В.Боброва и других исследователей, при данном

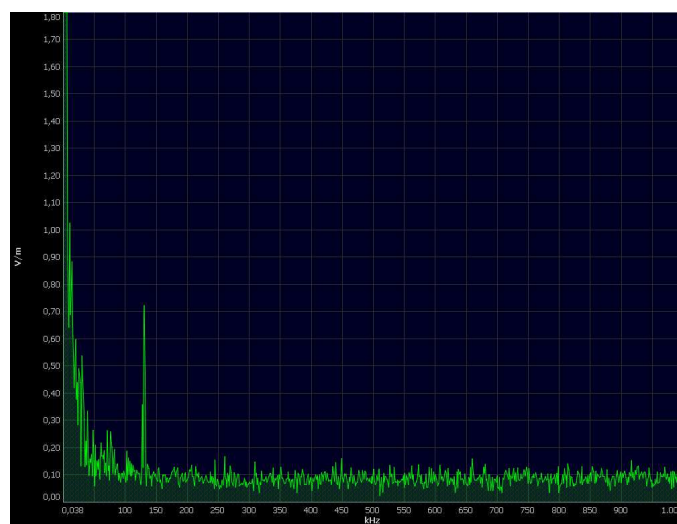
режиме возникают различные биологические эффекты [24], [25], [10], [30], [31], [14], [32], [28].

Модуль ЕНМ5-L8R был установлен внутри светодиодного генератора, позади светодиодной панели. Использовался только излучатель электрического поля (сторона Е была направлена в сторону светодиодной панели). Была задана частота 100Гц, интенсивность выставлена на максимуме. Для исключения излучения обратной стороной светодиодного генератора, вся задняя часть генератора была закрыта заземленным металлическим экраном.

Для контроля интенсивности поля на стороне сенсоров, было измерено значение переменного магнитного и электрического полей на расстоянии 0.4м вдали от генератора для частот до 1МГц. Спектрограммы показаны на рисунке 3. Совместное излучение свето-



(a)



(b)

Рис. 3. Спектр (a) переменного магнитного поля и (b) переменного электрического поля, измерено измерителем спектра 'SPECTRAN 5010', расстояние между измерителем спектра и включенными излучающими приборами 0.4м, ни генераторы, ни измеритель спектра не экранированы.

диодного генератора и модуля ЕНМ5 не превышает 1.5В/м на частотах до 1кГц и 0.2-0.7В/м в диапазоне 1кГц-1МГц. Магнитная компонента ЕНМ5 модуля была выключена, а излучение светодиодного генератора уже на расстоянии в 25 см не превышает 1нТ. Таким образом, как магнитная, так и электрическая компоненты работающих генераторов не превышают шумового фонового значения в этом помещении. При измерениях ни анализатор спектра, ни генераторы не экранировались. Однако при проведении экспериментов, предпринимались дополнительные меры по ЭМ экранированию. Так, аналоговая часть сенсоров была заключена в металлический экран, заземленный на аналоговую массу. Между вторым контейнером с сенсорами и генераторами находился металлический лист $40 \times 40 \times 0.02$ см, заземленный на общую массу сети. Эти измерения спектра повторялись перед началом каждой серии измерений. В этих условиях также не было зафиксировано выхода спектра за шумовые границы.

В. Сенсоры

В качестве сенсоров использовался стандартный метод высокочастотной неконтактной кондуктометрии [33]. После тестов с некоторыми промышленными кондуктометрами, мы решили изготовить собственный вариант прибора. Основная причина заключается в том, что промышленные приборы различными методами минимизируют дрейф частоты кондуктометра и не отличаются высоким разрешением как аналогового, так и цифрового трактов. В результате эти приборы малочувствительны или нечувствительны к исследуемым эффектам. Сходная проблема было обнаружена и в случае контактных кондуктометров, что привело к разработке специальных высокочувствительных кондуктометрических схем [10].

Была изготовлена L-ячейка [23] особой конструкции, включенная в цепь LC осциллятора Колпитца (LC Colpitts oscillator) с высокочастотным до 1.1ГГц транзистором BF199 в схеме с общим коллектором. Использовался двухканальный вариант датчика, во втором канале датчика активный сенсорный элемент был заменен на стандартную индуктивность в SMD корпусе. Иными словами, функциональность второго канала была идентична первому, и он находился в тех же условиях. Поскольку излучение взаимодействует с полупроводниковым материалом СВЧ транзистора и диэлектриком Y5V керамических конденсаторов, как первого, так и второго каналов, то ожидается, что оба канала будут реагировать на излучение, но второй канал будет значительно менее чувствительным. Сравнивая показания каналов, имеется возможность оценить уровень чувствительности высокочастотного кондуктометрического датчика и выделить интересующие воздействия. Показания сенсора считываются относительно линейной экстраполяции динамики активного канала.

Все осцилляторы настроены на частоты между 10МГц и 30МГц (и до 100МГц в последующих версиях

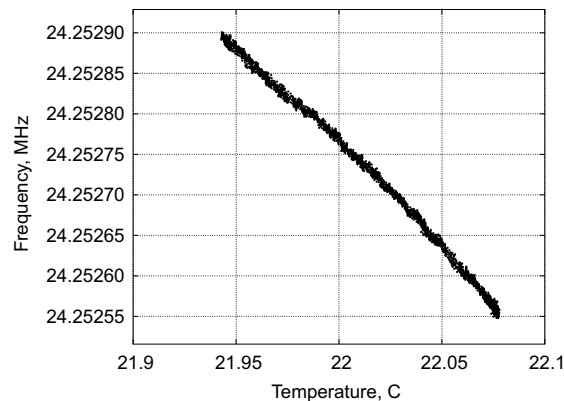


Рис. 4. Зависимость дрейфа частоты LC генератора от температуры. Измерения произведены за 8 часов работы генератора при постоянном уменьшении температуры (без изменения градиента).

сенсора). Аналоговые части экранированы и выполнены в отдельных блоках, цифровая часть выполнена на PSoC 5 чипе CY8C5588AXI-060 с тактовой частотой 75 МГц (стабилизирована кварцевым резонатором). Разрешение частотомера зависит от частотного делителя и находится в районе МГц. Для минимизации возможных помех от MOSFET ключей, коммутирующих нагревательные элементы, термостат отключен и используется пассивная схема температурной стабилизации. Вся аналоговая часть находится внутри металлического термоизоляционного контейнера. Температура внутри контейнера измеряется прецизионным сенсором LM35. Поскольку все активные цифровые элементы находятся вне контейнера, самонагрев аналоговой части минимален. Все приборы находятся во втором термоизолирующем контейнере. Благодаря этим мерам, колебания температуры вблизи сенсоров не превышают 0.1°C в течении одного эксперимента. Любые изменения в сенсорах детектируются как изменения частоты (в виде изменения тренда).

Программа интерполирует динамику изменения частоты линейным методом или методом кубических сплайнов. Для малых изменений температуры $\Delta t = 0.07 - 0.1^\circ\text{C}$, см. рисунок 4, изменение частоты LC генератора близко к линейной. Поэтому ожидаемое значение частоты экстраполируется линейно для точки 60 минут после воздействия. Ошибка линейной экстраполяции не превышает 5Гц, т.е. на уровне $0.2 \cdot 10^{-4}\%$ в худшем случае относительно несущей частоты. Значения рассчитываются как отношение ожидаемой частоты к фактической через 60 минут после выключения генераторов, изменения находятся на уровне 10^2 - 10^3 Гц для несущей частоты в 10^7 Гц.

С. Исследуемая геометрия

Исследуемые геометрии показаны на рисунке 5. Они состоят из набора конусов, изготовленных из PLA (полилактида), которые можно поворачивать по оси на 180° . Толщина стенки конуса колеблется от 0.5мм до



Рис. 5. Структурные элементы (СЭ), используемые в экспериментах. (а) Вариант 1, использовалось направление 'вершины к сенсорам' (вариант 1а) и 'основания конусов к сенсорам' (вариант 1б); (б) Вариант 2, крайний правый конус направлен к сенсорам; (с) Вариант 3: 7 конусов вставленные в друг друга на 1/3 их высоты; (е) Вариант 1L (large): повторение варианта 1а, но с большими конусами, для сравнения приведен СЭ варианта 1а; (е,ф) Конусы соединены диэлектрическим и металлическим 'волноводом'; (г) Вариант 4 и (h) Вариант 5: сложные геометрии СЭ, образованные как соединительными элементами, так и различными конусами, укрепленными непосредственно на излучателе.

2мм. Для сложных геометрий, показанных на рисунках 5(g)-5(h), использовался композитный подход, конусы были изготовлены из нескольких слоев PLA. В размерах конусов заложены элементы золотого сечения. На подставке длиной 0.3 метра можно укреплять 5 или 7 подобных конусов. В варианте 7 конусов, эти структурные элементы были вставлены в друг друга на 1/3 их высоты.

Второй тип структурных элементов образован из двух соединенных конусов, показанных на рисунках 5(e)-5(f). В качестве соединительного элемента используется кабель из полиактида диаметром 3 мм и из нержавеющей стали диаметром 2 мм. В последующих экспериментах применялась также медь диаметром 1.5 мм. На обоих концах кабеля укреплены конусы: 'приемный' - основанием к генератору (укреплен непосредственно на генераторе), 'передающий' основанием к сенсорам (установлен на расстоянии 2 см от контейнера с сенсорами), т.е. кабель соединяет вершины конусов. Сам генератор развернут на угол 160° к сенсорам на расстоянии 0.4 метра. Пропорции обеих конусов относятся друг к другу как 0.681.

Третий тип структурных элементов образован сложными геометриями, показанными на рисунках 5(g)-5(h). Здесь были применены как соединительные элементы, так и различные конусы, укрепленные непосредственно на излучателе. Одна из задач этих СЭ заключается в определении уровня внешнего 'излучения' самозамкнутых структур, передняя и задняя часть которых соединены диэлектрическим кабелем.

III. ПРОВЕДЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Параметры проведенных экспериментов указаны в Таблице I. Во всех тестах генераторы, СЭ и сенсоры работали 24-36 часов в режиме – 1 час генератор активирован, 2 или 3 часа пауза. Таким образом, в каждом тесте производилось 5-8 попыток с интервалом в 120 (180) минут. Были проведены три серии экспериментов: E22-E26 – без модуля ЕНМ, E27-E29 – с модулем ЕНМ, и E30-E37 – с различными 'волноводами'. Между сериями выдерживалась пауза в 72 часа, когда сенсоры были отключены.

Результаты экспериментов показаны в Таблицах II, III и IV. Как указывалось в разделе II-B, рассчитывалось отношение ожидаемой частоты f_e к фактической f_m в % для точки 60 минут после выключения генератора (сенсоры реагируют изменением тренда). Из всех попыток в одном эксперименте выбирались три лучших попытки, для которых происходило усреднение полученных величин. Исходные графики для этих попыток приведены в приложении. Дополнительно, в Таблице V показаны все значения сенсоров.

I. Эксперименты со светодиодным генератором и СЭ варианта 1 и 2. В этих экспериментах исследовался эффект влияния структурных элементов на излучение светодиодного генератора (без модуля ЕНМ). Были использованы варианты 1 и 2 положения

СЭ, генератор находился как в контейнере с сенсорами, так и за его пределами. Три лучших отклика показаны на рисунках в приложении, численные данные собраны в Таблице II. Коротко обобщая эти результаты, мы не находим существенных отличий показаний сенсоров, если светодиодный генератор находится в контейнере с сенсорами или за его пределами. Вариация СЭ 'все основания конусов повернуты к сенсорам' и '4 основания конусов повернуты к сенсорам' также не принесло существенной разницы. Ощутимая разница – 3.91 раза N1/N4 и 3.44 раза N3/N4 – наблюдается при вариации 'все основания конусов повернуты к сенсорам' и 'все вершины конусов повернуты к сенсорам'. Мы также наблюдаем изменение отношения сигнал-шума для варианта 2 на уровне 10-12 дБ и для варианта 1б на уровне 3 дБ. Контрольным замером является E40, в котором был использован светодиодный генератор без СЭ со значением 1.72. Примечательно, что усиление и ослабление в E25 и E22 по отношению к контрольному E40 составляет 2.1 и 1.9 раза соответственно.

II. Эксперименты со светодиодным и ЕНМ генераторами и СЭ варианта 1, 2, 3, 4, 5. Как и в предыдущих опытах, генератор и сенсоры работали 24 часа в режиме 1 час работа, 3 часа пауза. Графики трех лучших откликов для экспериментов E27-E42 показаны в приложении, данные собраны в Таблице III. Мы видим увеличение отклика в E27 по отношению в эксперименту E23 в 3.73 раза. Во всех пяти попытках был зарегистрирован отклик сенсора. Поскольку изменения температуры составляют $\Delta t = 0.06 - 0.08^\circ\text{C}$ и соответствуют предыдущим экспериментам, переменное электрическое поле отсутствует, мы можем приписать изменение отклика сенсора вкладу ЕНМ модуля – т.е. переменного электрического поля. Нужно также отметить реакцию контрольного сенсора на это излучение. Поскольку LC генератор включает в себя керамические конденсаторы с диэлектриком Y5V и полупроводниковый материал высокочастотного транзистора, можно предположить, что увеличение интенсивности излучения привело к изменению параметров этих компонентов, и соответственно частоты генерации контрольного сенсора.

Поскольку контрольный LC генератор также показал реакцию, то можно предположить влияние как сверхслабого ЭМ, так и различных паразитных связей. Поэтому мы провели два дополнительных эксперимента: E28 – только ЕНМ модуль включен и E29 – пассивный усилитель удален, ЕНМ модуль находится за пределами второго контейнера. Мы наблюдаем уменьшение среднего разброса частоты до $4.39731 \cdot 10^{-4} \%$ и полное исчезновение отклика при убирании структурных элементов. Эксперимент E28 и E29 говорят об очень интересном эффекте взаимодействия переменного электрического поля и структурных элементов. При убирании СЭ, излучение также исчезает.

Сравнивая результаты E39 и E42, СЭ со сложными геометриями, мы отмечаем средний уровень значений для геометрии 4 в E39. Однако при использовании той

Таблица I
ПАРАМЕТРЫ ОПЫТОВ В ПОРЯДКЕ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ, ЛИНИЯМИ РАЗДЕЛЕНА СЕРИИ ОПЫТОВ, МЕЖДУ КОТОРЫМИ БЫЛО
ПРОВЕДЕНА РЕКАЛИБРОВКА СЕНСОРОВ.

N	Обозначение	Структурные элементы	Генераторы	Число попыток N	Число откликов N_p
1	E22	вариант 2	свет. ген. вне контейнера с сенсорами, ЕНМ выключен	5	4
2	E23	вариант 2	свет. ген. в контейнере с сенсорами, ЕНМ выключен	5	4
3	E24	вар. 1б, основания конусов СЭ направлены к сенсорам	свет. ген. в контейнера с сенсорами, ЕНМ выключен	6	4
4	E25	вар. 1а, вершины конусов СЭ направлены к сенсорам	свет. ген. в контейнера с сенсорами, ЕНМ выключен	6	5
5	E26	без СЭ	свет. ген. вне контейнера с сенсорами, ЕНМ выключен	8	5
6	E27	вариант 2	свет. ген. включен, ЕНМ включен, генераторы в контейнере с сенсорами	5	5
7	E28	вариант 2	свет. ген. отключен, ЕНМ включен, генераторы в контейнере с сенсорами	6	5
8	E29	без СЭ	свет. ген. отключен, ЕНМ включен, генераторы вне контейнера с сенсорами	5	0
9	E30	без СЭ	все ген. включены	5	0
10	E31	полиактидный 'волновод'	все ген. включены	6	1
11	E32	полиактидный 'волновод'	все ген. включены	6	4
12	E33	стальной 'волновод'	все ген. включены	4	3
13	E34	стальной 'волновод', повторение E33	все ген. включены	7	5
14	E35	без СЭ	все ген. включены	4	3
15	E36	без СЭ	все ген. включены, повторение E35	7	3
16	E37	без СЭ	все ген. включены, повторение E35	6	2
17	E38	без СЭ	все ген. включены, повторение E35	8	0
18	E39	вариант 4	все ген. включены	7	6
19	E40	без СЭ	повторение E26	7	5
20	E41	вариант 3 СЭ	все ген. включены	8	6
21	E42	вариант 5 СЭ	все ген. включены	7	0
22	E43	вариант 5 СЭ	все ген. включены, повторение E42	8	1
23	E44	вариант 11 СЭ	все ген. включены	8	1

136

Таблица II
РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ СЕРИИ ОПЫТОВ СО СВЕТОДИОДНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ.

N		f_e ожидаемая	f_m фактическая	отношение $ f_a/f_m - 1 100$, 10^{-4} , %	среднее, 10^{-4} , %	отношение N_p/N	сигнал/шум
1	E22b	24.24561	24.24553	3.2995	3.2308	0.8	10-15
	E22c	24.24573	24.24565	3.2995			
	E22e	24.245615	24.24569	3.0933			
2	E23c	24.24692	24.24698	2.4745	2.6119	0.8	10-15
	E23d	24.24762	24.24768	2.4744			
	E23e	24.24853	24.24860	2.8867			
3	E24c	24.25125	24.25133	3.2616	2.8388	0.66	5
	E24e	24.25415	24.25422	2.9149			
	E24f	24.255750	24.255691	2.4159			
4	E25d	24.25773	24.25775	0.8244	0.8244	0.83	2
	E25e	24.25766	24.25764	0.8244			
	E25f	24.2575	24.25752	0.8244			
5	E26	эксперимент недействителен из-за низкого сигнала/шум отношения					
19*	E40b	24.25077	24.25072	1.8556	1.7181	0.625	10-15
	E40c	24.25084	24.25080	1.6494			
	E40e	24.25114	24.25110	1.6494			

* повторение E26.

Таблица III
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ СО СВЕТОДИОДНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ И МОДУЛЕМ ЕНМ.

N		f_e ожидае- мая	f_m факти- ческая	отношение $ f_a/f_m - 1 100$, 10^{-4} , %	среднее, 10^{-4} , %	отно- шение N_p/N	сиг- нал/шум
6	E27a	24.254649	24.25440	10.2661	9.7436	1	10-15
	E27c	24.25560	24.25536	9.8947			
	E27e	24.25597	24.25575	9.0699			
7	E28b	24.25691	24.25680	4.534	4.3973	0.83	10-15
	E28c	24.25748	24.25738	4.1224			
	E28e	24.25766	24.25755	4.5346			
8	E29b	24.25761	24.25759	0.8244	none	0	—
	E29c	—	—	—			
	E29e	—	—	—			
18	E39a	24.24918	24.24912	2.4743	2.4742	0.71	10-15
	E39b	24.24956	24.24950	2.4742			
	E39c	24.24991	24.24985	2.4742			
20	E41b	24.25167	24.25164	1.2370	1.2507	0.75	5
	E41c	24.25173	24.25170	1.2782			
	E41f	24.25204	24.25201	1.2370			
21	E42	—	—	—	none	0	—
22*	E43	—	—	—	none	0	—

* повторение E42.

же самой геометрии, но с дополнительным элементом, который соединяет переднюю и заднюю часть, уровень значений, полученных сенсором в E42, значительно ослабевает. Для подтверждения отсутствия отклика сенсоров для геометрии 5, эксперимент E42 был повторен в E43, с тем же результатом. Из 8 замеров, только в одном был отклик. Согласно выбранной методологии, результаты E42 и E43 отрицательные. Иными словами, не удалось обнаружить излучения от самозамкнутой структуры, показанной на рисунке 5(h).

III. Эксперименты со светодиодным и ЕНМ генераторами и различными соединительными элементами. Следующая серия экспериментов была проведена со структурными элементами соединенными кабелем. 'Приемный' конус укреплялся непосредственно на светодиодном генераторе, 'излучающий' кабель находится вблизи сенсора на расстоянии порядка 3см. В качестве кабеля был применен полиактид и нержавеющей сталь (позже медь). Данные этих экспериментов показаны в Таблице IV и на рисунках 19- 20.

Эксперимент E30 являлся контрольным экспериментом, в котором генератор и сенсоры были размещены на своих позициях, но 'волновод' не был установлен. Из 5 попыток, ни в одной не был зарегистрирован отклик. В эксперименте E31 'волновод' был установлен, однако из 6 попыток, только в одной был зарегистрирован отклик. Согласно принятому протоколу, весь эксперимент считается E31 отрицательным. Как оказалось при анализе, причин этому несколько. Например, 'волноводы' и поверхности структурных элементов касались посторонних предметов. В E32, E33 и E34 условия экспериментов были соответственно изменены, и были получены значения 3.2707 и 3.1882 (повторный эксперимент – 3.2981) для полиактидного и стального 'волновода'. Иными словами не наблюдается существенной разницы для диэлектрического и металлического 'волновода'.

Эксперимент E33 был повторен в E34, полученные значениями – 3.1882 и 3.2981. Это говорит о неплохой, около 3%, повторяемости репликационных экспериментов (в смысле не только 'погрешности измерения', но и повторяемости самого явления).

В дальнейшем мы были намерены провести еще один контрольный опыт, т.е. повторить E30. 'Волновод' был удален, генераторы оставлены на своих местах. Однако, к большой неожиданности было получено значение 1.9930. Мы оставили этот эксперимент идти дальше, через 24 часа было получено 1.0307 (эксперимент E36), через еще 24 часа – 0.4123 (эксперимент E37, в этом эксперименте только два из 6 сенсоров показали реакцию). Через еще 24 часа сенсоры более не реагировали на генераторы (эксперимент E37). Таким образом каждые 24 часа интенсивность реакции сенсоров – мы подчеркиваем без волновода (!) – уменьшалась приблизительно вполтину.

IV. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОСНОВНЫЕ ВЫВООДЫ

В целом в этой работе были проведены 23 эксперимента с 136 опытами. Каждый опыт занимает временное окно в 5(7) часов. Все измерения заняли около 2 месяцев. Результаты экспериментов демонстрируют различную степень разброса значений отдельных опытов. На рисунке 10(a) показаны стандартные отклонения для всех позитивных результатов. Для сравнения результатов экспериментов между собой, мы опираемся на репликационные эксперименты E33 и E34, для которых был получен уровень повторения порядка 3%. Это значение используется при дальнейших сравнениях результатов. В результате проведенных экспериментов были получены следующие основные результаты:

1. Классификация различных геометрий. Сравнение результатов экспериментов для светодиодного генератора и для светодиодного генератора и мо-

Таблица IV
Результаты опытов со светодиодным генератором и модулем ЕНМ и различными 'волноводами'.

N		f_e ожидае- мая	f_m факти- ческая	отношение $ f_a/f_m - 1 100$, 10^{-4} , %	среднее, 10^{-4} , %	отно- шение N_p/N	сиг- нал/шум
9	E30	—	—	—	none	0	10-15
10	E31	—	—	—	none	0.16	10-15
11	E32a	24.25534	24.25542	3.2982	3.2707	0.66	5
	E32c	24.25553	24.25545	3.2157			
	E32d	24.255382	24.255462	3.2982			
12	E33b	24.25624	24.256158	3.3805	3.1882	0.75	5
	E33c	24.25599	24.25608	3.7104			
	E33d	24.25607	24.25613	2.4736			
13	E34b	24.256145	24.25607	3.0920	3.2981	0.71	10-15
	E34c	24.25588	24.255965	3.5042			
	E34d	24.25599	24.25607	3.2981			
14	E35b	24.2504	24.25035	2.06183	1.9930	0.75	5
	E35c	24.25085	24.25079	2.47414			
	E35e	24.25108	24.25104	1.44323			
15	E36d	24.253105	24.253125	0.82463	1.0307	0.42	5
	E36f	24.25345	24.253425	1.03078			
	E36g	24.25350	24.25347	1.23693			
16	E37b	24.25244	24.25243	0.4123	0.4123 (none)	0.33	2
	E37d	24.25228	24.25227	0.4123			
	—	—	—	—			
17	E38	—	—	—	none	0	10-15

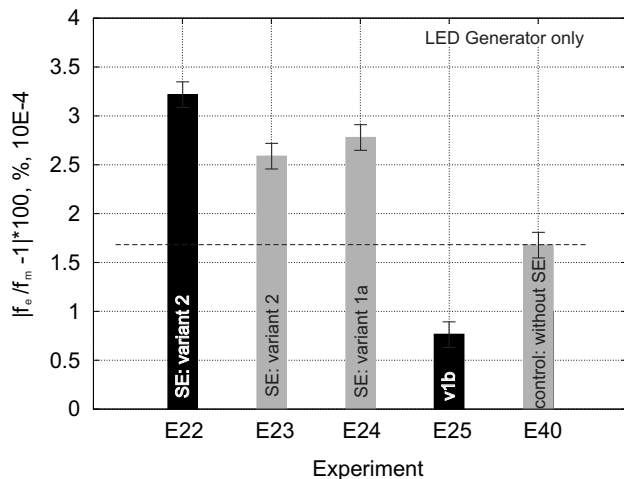
дуля ЕНМ показаны на рисунках 6(а) и 6(б). Как показали проведенные эксперименты, этим методом можно распознавать направленность и кучность всей группы диэлектрических структурных элементов с очень высокой степенью достоверности. Разница в прямом и обратном включении группы структурных элементов составила порядка 3.5 раза, см. рисунок 6(а). Разница в 'конусы соединены основаниями' и 'конусы вставлены друг в друга на 1/3 их высоты' составила 7.79 раза, см. рисунок 6(б). Однако изменение направленности одного элемента не принесло столь ощутимых изменений в значениях. Учитывая возможный разброс показаний сенсоров, этот метод, как минимум в имеющейся реализации, имеет низкую достоверность при распознавании отдельных элементов структуры.

Полученные результаты нетипичны для электромагнитных взаимодействий по нескольким причинам. Во-первых, спектр переменного электрического и магнитного полей находится на уровне шума для всех проведенных экспериментов. Во-вторых, некие паразитные связи, если таковые и имеются в этом эксперименте, должны быть одинаковыми для всех опытов – т.е. столь значительная разница в результатах не наблюдалась бы. В-третьих, структурные элементы являются диэлектриками. Эффекты поляризации диэлектриков и изменения конфигурации электрического поля описаны в литературе, однако уровень этих эффектов должен быть на несколько порядков ниже, чем эффекты, связанные с проводниками – металлическими заземленными экранами вокруг сенсоров. Иными словами имеющиеся ЭМ экраны должны эффективно подавлять малые изменения переменного электрического поля.

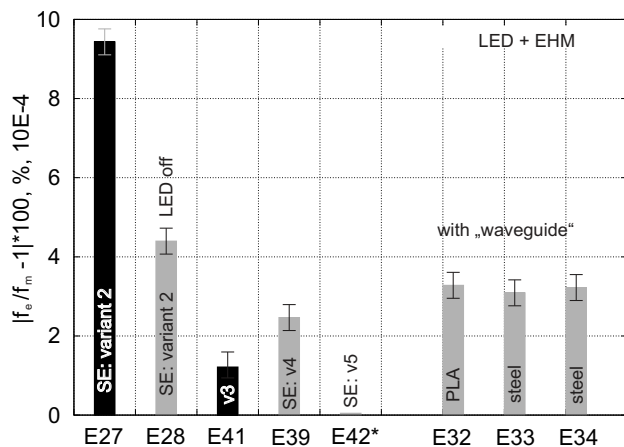
В этом смысле очень показательным сравнение экспериментов E28 и E29, см. рисунок 7. Разница между ними – наличие структурных элементов в E28 – в E29 они были убраны. Все остальные параметры остались без изменения. Однако мы регистрируем значение 4.39 в E28 и очень малое значение 0.82 в одном из опытов в E29 и отсутствие результатов в остальных попытках E29 (т.е. E29 в целом показал отрицательный результат). Мы не можем интерпретировать этот результат в рамках ЭМ взаимодействий.

Возможное объяснение указанным значениям можно получить, если сравнить эти результаты с результатами работ [5] и [9]. Например, в [5] измерялось ΔpH на различных уровнях пирамиды (ЭМ эффекты отсутствовали как фактор). Максимум '+' ΔpH (0.51 и 0.67) получается именно на уровне 1/3 от высоты, измерение у основания пирамиды дает максимум '-' ΔpH (0.02 и 0.27). Изменения частоты кварцевого генератора были зарегистрированы также для позиции 1/3 от высоты и в [9]. Можно высказать гипотезу, что структурные элементы образуют подобие 'селективного резонансного усилителя'. Конусы, соединенные основаниями, 'выделяют и усиливают' одну компоненту этого излучения, соединение на уровне 1/3 от высоты 'выделяет и усиливает' другую компоненту'. Этот эффект был показан как разница в значениях ΔpH и других сенсоров в [5]. Разница в E27 и E41 может быть объяснена именно этим свойством структурных элементов – излучение генераторов было усилено в E27 и подавлено в E41.

Для объяснения разницы E24 и E25, можно предположить, что прямое и обратное (т.е. основаниями и вершинами) включение группы структурных элемен-



(a)



(b)

Рис. 6. Сравнение результатов экспериментов для (a) светодиодного генератора и (b) для светодиодного генератора и модуля ЕНМ. Черным цветом показана наиболее существенная разница между v1b ('вершина конусов к сенсорам') и v1a-v2 ('основание конусов к сенсорам'), и v1a-v2 ('конусы соединены основаниями') и v3 ('конусов вставленные в друг друга на 1/3 их высоты'). Результат E42 был подтвержден в E43. Разброс результатов выбран на уровне $\pm 3\%$ для всех значений.

тов используется для 'концентрации или усиления', см. например работы [12], [34]. В рамках этих понятий, применение повторяющегося обратного включения конусов в E25 значительно ослабило сигнал. С другой стороны использование только одного обратного включения, как например, в варианте 2, не ведет к ослаблению сигнала. Сравнивая E24 и E25 с контрольным замером E40, мы находим, что усиление и ослабление составляет 2.1 и 1.9 раза соответственно, т.е. наблюдается некая симметрия относительно поворота СЭ.

Пока открытым остается вопрос сложных геометрий. Было показано, что СЭ варианта 4 демонстрирует значение 2.47. Поскольку длина этого СЭ меньше, чем СЭ варианта 1-3 и СЭ с соединительными элементами, выходной конус в E39 находился порядка 15 см от

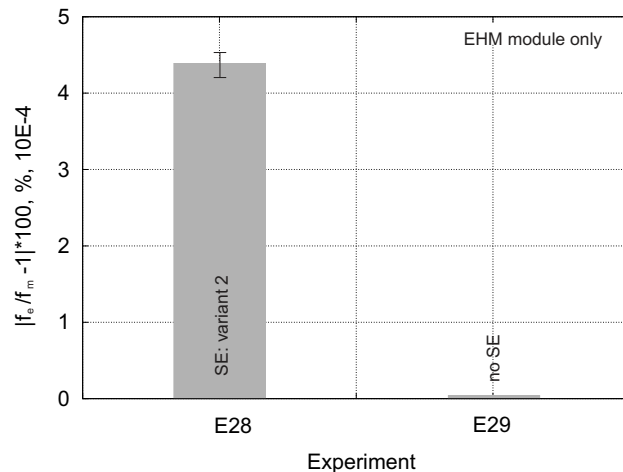


Рис. 7. Сравнение экспериментов E28 и E29. В E28 присутствовали структурные элементы варианта 2, в E29 они были убраны. Разброс результатов выбран на уровне $\pm 3\%$ для всех значений.

сенсоров, в то время как в остальных экспериментах последний конус находился почти вплотную к сенсорам. Иными словами мы не можем напрямую сравнить эти значения, однако можно предполагать сходный уровень излучения. Результаты E42 и E43 показывает, что самозамкнутая структура СЭ варианта 5 значительно уменьшает уровень излучения. Для уверенного утверждения необходимо проведение дополнительных опытов с этой структурой.

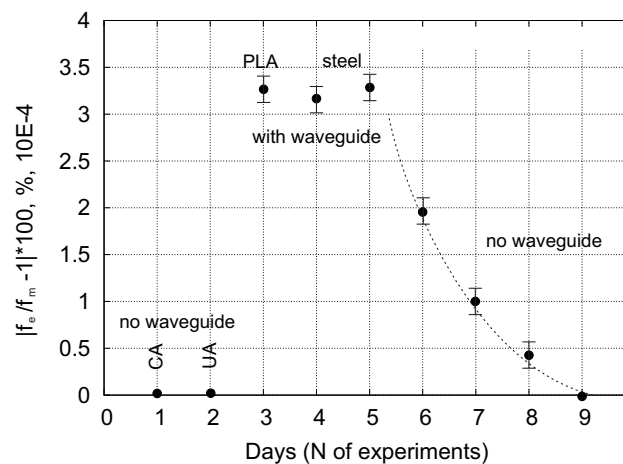


Рис. 8. График значений экспериментов E30-E38, CA – (control attempt) контрольный эксперимент, UA – (unsuccessful attempt) неудачный эксперимент, PLA – полиактидный волновод, steel – стальной волновод. Для E35-E38 наблюдается эффект последствия, заключающийся в экспоненциальном уменьшении функциональной реакции сенсора. Разброс результатов выбран на уровне $\pm 3\%$ для всех значений.

2. Использование СЭ с соединительными элементами. На рисунке 6(b) показано сравнение СЭ с соединительными элементами с результатами остальных экспериментов. Во-первых, не наблюдается существенных отличий для диэлектрических и металличе-

ских материалов. Во-вторых, уровень реакции сенсоров меньше, чем для конусных СЭ с геометрией 2. Если принять гипотезу о том, что СЭ являются 'селективным резонансным усилителем', то эту разницу можно объяснить отсутствием 'эффекта усиления' для СЭ с соединительными элементами.

3. Анализ эффекта последействия. Феномен последействия достаточно широко известен и наблюдается во многих экспериментах [35], [30], [36]. Этот эффект проявился в серия экспериментов E30-E38, показанных на рисунке 8. Наблюдаются три явно различимых фазы. В начале серии опытов, после паузы в 72 часа и рекалибровки, сенсоры не показывают реакции на включение генератора. Во второй фазе, измерения показывают значения 3.1-3.3 для волноводов. После того как волноводы были убраны, наблюдается экспоненциальное уменьшение реакции на включение генераторов. Нужно подчеркнуть, что здесь наблюдается именно функциональная реакция – каждый раз наблюдается уменьшающийся отклик сенсора на включение генератора с интервалом в 3 часа. Можно зафиксировать следующие экспериментальные наблюдения: длительность эффекта последействия равна длительности основного эксперимента, скорость распада соответствует порядка 50% диссипации в сутки. Мы также не можем объяснить этот эффект в рамках ЭМ взаимодействий или в терминах деформационной или ориентационной поляризации диполей воды [23], [37].

4. Детектирование поляризации излучения. В таблице V мы регистрируем динамику ожидаемой f_e и измеренной частоты f_m , т.е. $f_e < f_m$ или $f_e > f_m$ (показанные в виде стрелок $\uparrow$ и $\downarrow$ соответственно). В целом распределение $\uparrow$ и $\downarrow$ следует суточному ритму, в дневные часы наблюдается преобладание $f_e > f_m$, в ночные часы – преобладание $f_e < f_m$. Пока еще недостаточно данных для уверенного заявления о том, следует ли эта динамика температурному или какому-то другому ритму. Однако было замечено, что для некоторых экспериментов наблюдается почти полное преобладание $f_e > f_m$ или $f_e < f_m$.

Мы отмечаем однотипные эксперименты E27, E28, E39 и E41 – в них присутствует модуль ЕНМ и СЭ вариантов 2, 3 и 4, для которых преобладает $f_e > f_m$, см рисунок 9. Эксперимент E40 выбивается из этого ряда, поскольку в нем не был использован модуль ЕНМ и СЭ. Рассматривая различные математические модели, например [37], можно отметить два фактора, которые определяют поведение высокочастотного кондуктометрического сенсора – изменение добротности L-ячейки, связанные с диэлектрическими потерями и изменение магнитной проницаемости L-ячейки (см. например выражение индуктивности для слабо проводящих немагнитных образцов в [37]). Первый фактор изменяет импеданс, второй изменяет индуктивность L-ячейки, что сказывается в изменении амплитуды и частоты LC генератора. Можно предположить, что эти оба фактора связаны с эффектами пространственной поляризации диполей воды.

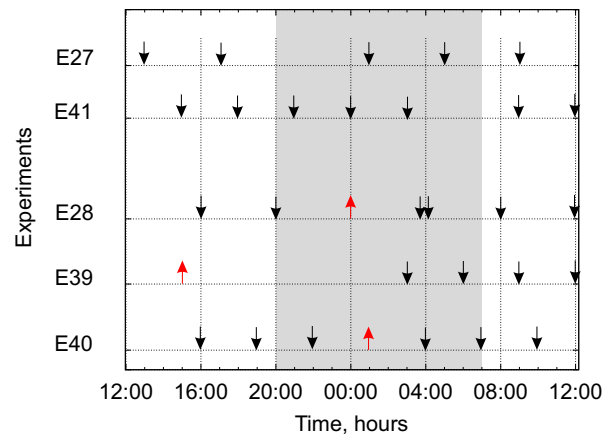
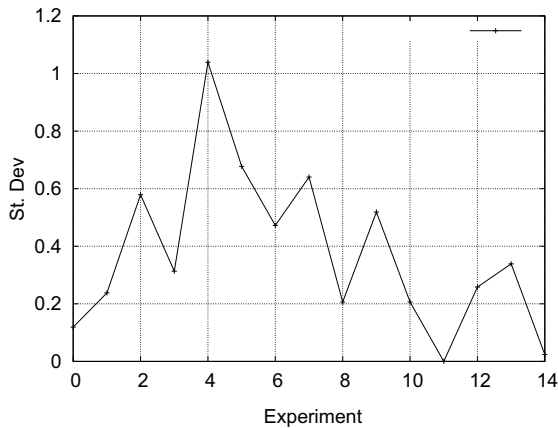


Рис. 9. Динамика ожидаемой f_e и измеренной частоты f_m в виде $f_e < f_m - \uparrow$ и $f_e > f_m - \downarrow$ для экспериментов E27, E28, E39, E40 и E41. Серой областью отмечены ночные часы.

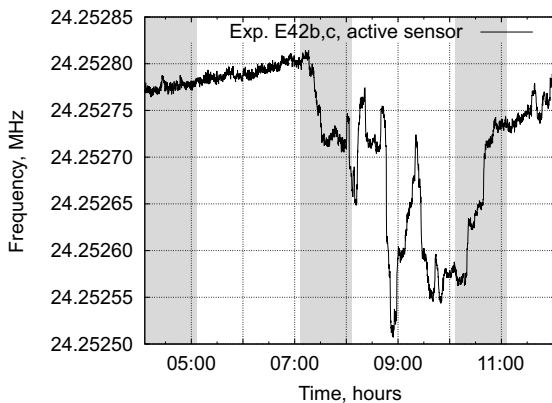
Константное преобладание $f_e > f_m$ говорит о том, что диполи воды проявляют в этом случае большую 'степень упорядоченности', что проявляется как увеличение импеданса (т.е. потеря в переменном магнитном поле) и индуктивности (т.е. увеличение собственного магнитного поля), а как следствие – уменьшение амплитуды и частоты LC генератора при воздействии. Можно предположить, что 'уменьшение степени упорядоченности' вызывает противоположные эффекты, которые детектируются как увеличение частоты LC генератора. В литературе также можно найти указания на аналогичное поведение твердотельных осцилляторов [38], помещенных вблизи электромагнитных генераторов. В работах [39], [36], показываются, что вращение маховиков/гироскопов по и против часовой стрелки по-разному влияет на кварцевые сенсоры и датчики радиоактивности. В работах [40], [41] отмечается та же тенденция для терморезистивных датчиков, связываемая с энтропийными процессами.

Продолжая рассматривать гипотезу о том, что СЭ являются 'селективным резонансным усилителем', и с учетом работы [9], где различные зоны пирамиды связываются именно с энтропийными процессами, то наблюдаемую поляризацию $f_e > f_m$ можно связать с некой поляризацией исходного ЭМ излучения. Полное преобладание $f_e > f_m$ наблюдается именно для экспериментов E27 и E41, в которых СЭ варианта 2 максимально усилил и СЭ варианта 3 максимально ослабил амплитуду только одной 'полярности' комбинационного светодиодного излучателя и модуля ЕНМ. За исключением общих рассуждений о связи поляризации и энтропии, мы не можем пока сделать никаких более точных выводов о типе этой поляризации.

5. Анализ повторяемости результатов измерений. В Таблице V собраны результаты всех проведенных экспериментов. Разброс результатов большинства опытов не превышает 0.4 стандартного отклонения, см. рисунок 10(а). Мы наблюдаем большой разброс результатов, имеющих максимальные или минималь-



(a)



(b)

Рис. 10. (a) График стандартного отклонения для всех опытов, данные из таблицы V в порядке следования; (b) Пример аномального поведения сенсора, который начинается с одним воздействием генератора и прекращается со следующим воздействием.

ные значения. Как правило, присутствует одно или два измерения, которые существенно выбиваются из общей картины. Также странными являются внезапные скачки частоты генератора, которые начинаются с одним воздействием и заканчиваются со следующим воздействием генератора, см. рисунок 10(b). Мы не можем объяснить наличие подобных аномальных значений, также как и почему в определенные моменты времени, сенсоры не показывают никаких значений. Этот эффект наблюдался при проведении численных измерений и служит основанием для методики 'трех лучших значений' для подобного рода опытов. Мы также отмечаем общее понижение результата измерения при повторных измерениях одного и того же источника излучения. Этот эффект уже не раз отмечался и другими исследователями, например [36].

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе показано, что изменение общей геометрии СЭ в терминах направленности и кучности ведет к значительным изменениям в показаниях высокочастотного кондуктометра. Это может использоваться для классификации этих объектов невизуальным путем и без

многократного сканирования. Наблюдаемые феномены нетипичны для ЭМ взаимодействий. Была высказана гипотеза о том, что конусные СЭ являются 'селективным резонансным усилителем', усиливающим или ослабляющим определенную 'поляризацию' излучения генераторов. Нужно подчеркнуть, что для подтверждения или опровержения этой гипотезы необходимы более целенаправленные эксперименты, которые выходят за рамки этой работы. Для дальнейших опытов были изготовлены конусные системы с полной металлизацией поверхности конуса чистой медью, см. рисунок 11. Некоторые проведенные исследования с этой системой можно найти в [29], [42], [43].

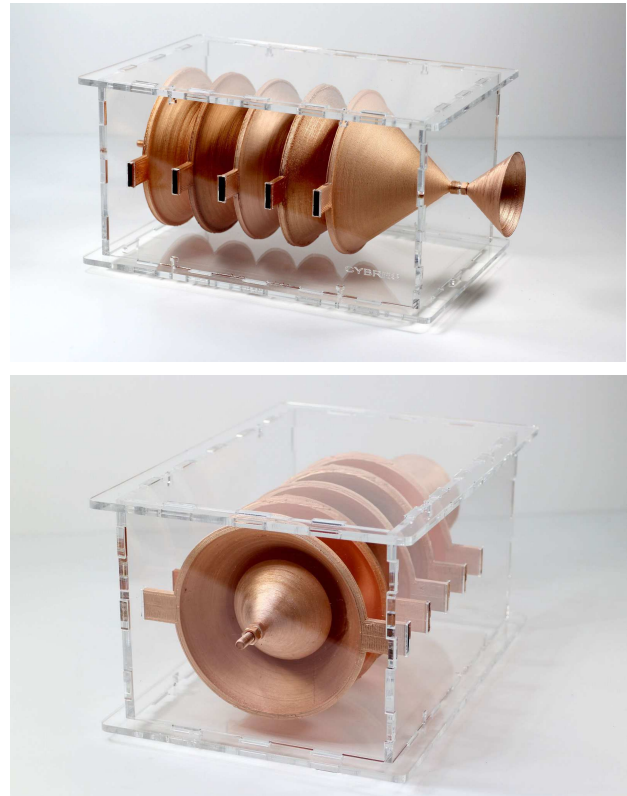


Рис. 11. Конусная система с полной металлизацией поверхности конусов чистой медью для дальнейших опытов.

Несмотря на то, что механизм усиления/ослабления сигнала диэлектрическими структурными элементами не полностью понят, этот эффект может найти практические применения, например в системах распознавания диэлектрических объектов сложных геометрий.

VI. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы приносят благодарности д.б.н. С.Н.Маслоброду, к.б.н. А.В.Боброву, к.ф.-м.н. В.Т.Шкалову, к.т.н. В.А.Жигалову, к.б.н. А.Ю.Смирнову, проф. Ф.Балку, проф. М.Кринкеру, проф. А.Р.Павленко и другим коллегам за плодотворные дискуссии и обсуждение результатов,

помогающих понять природу наблюдаемых феноменов. Авторы высказывают благодарность индустриальному дизайнеру Елене Куксиной за разработку проекта конусной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Serge Kernbach, editor. *Handbook of Collective Robotics: Fundamentals and Challenges*. Pan Stanford Publishing, Singapore, 2012.
- [2] Theo Gevers and Arnold W.M. Smeulders. Color-based object recognition. *Pattern Recognition*, 32(3):453 – 464, 1999.
- [3] Serge Kernbach, Dagmar Haebe, Olga Kernbach, Ronald Thenius, Gerald Radspieler, Toshifumi Kimura, and Thomas Schmickl. Adaptive collective decision making in limited robot swarms without communication. *International Journal of Robot Research*, 32(1):35–55, 2013.
- [4] S. Kernbach and O. Kernbach. Collective energy homeostasis in a large-scale micro-robotic swarm. *Robotics and Autonomous Systems*, DOI 10.1016/j.robot.2011.08.001, 59:1090–1101, 2011.
- [5] С.В. Мякин, И.В. Васильева, and А.В. Руденко. Исследование влияния формируемого пирамидой поля на материальные объекты. *Сознание и физическая реальность*, (7(2)):45–53, 2002.
- [6] В. Уваров. *Жезлы Гора, Приложения N 22,23,25,26,28,29 – Протоколы и заключения по результатам физических экспериментов и биологических исследований*. Невский курьер, 2005.
- [7] Yih Shiao and Anthony R. Valentino. Elf electric field coupling to dielectric spheroidal models of biological objects. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, BME-28(6):429–437, 1981.
- [8] H.A. Pohl and R. Pethig. Dielectric measurements using non-uniform electric field (dielectrophoretic) effects. *Journal of Physics E: Scientific Instruments*, 10(2):190, 1977.
- [9] Ю.Н. Чердынченко and Л.П. Михайлова. Эффекты формы и фазовые переходы первого рода: экспериментальное исследование дистантных взаимодействий на физических датчиках и клеточных биоиндикаторах. *Парапсихология и психофизика*, (2):67–73, 1999.
- [10] Serge Kernbach. Replication attempt: Measuring water conductivity with polarized electrodes. *Journal of Scientific Exploration*, 27(1):69–105, 2013.
- [11] S. Kernbach. Towards application of collective robotics in industrial environment. In G.G. Rigatos, editor, *Industrial Systems: Modelling, Automation and Adaptive Behaviour*, pages 18–49. IGI Global, 2010.
- [12] А.Ю. Смирнов. Дальние нелокальные приборные взаимодействия в формировании концепции 'телепортации информации'. *Материалы II-й международной научно-практической конференции 'Торсионные поля и информационные взаимодействия'*, pages 119–149, 2010.
- [13] С.Кернбах, А.Кернбах, А.Русанов, and И.Волков. Анализ детектора Охатрина и малого генератора Акимова. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 9(3):70–89, 2015.
- [14] Сергей Кернбах, Виталий Замша, and Юрий Кравченко. Дальние и Сверхдальние Приборные Взаимодействия. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 1(1):24–42, 2013.
- [15] С. Кернбах. Исследование Проникающей Способности Светодиодного и Лазерного Излучения, ч.1, ч.2. *Нано- и микросистемная техника*, 6,7, 2013.
- [16] J. Lyklema. *Fundamentals of Interface and Colloid Science*. Academic Press, 2005.
- [17] M. L. Belaya, M. V. Feigel'man, and V. G. Levadnyi. Structural forces as a result of nonlocal water polarizability. *Langmuir*, 3(5):648–654, 1987.
- [18] H. Stenschke. Polarization of water in the metal/electrolyte interface. *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, 196(2):261 – 274, 1985.
- [19] David W. R. Gruen and Stjepan Marcelja. Spatially varying polarization in water. a model for the electric double layer and the hydration force. *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 2*, 79:225–242, 1983.
- [20] Frank Kupka and W. H. Slabaugh. Improved instrument for high-frequency conductometric titration. *Analytical Chemistry*, 29(5):845–848, 1957.
- [21] F. Jensen and A.L. Parrack. Use of high-frequency oscillators in titrations and analyses. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 18(10):595–599, 1946.
- [22] Ю.П. Жуков. *Высокочастотная безэлектродная кондуктометрия. Физические и физико-химические методы контроля состава и свойств вещества*. Энергия, 1968.
- [23] А.А. Комиссаренков and Г.Ф. Кругло. *Кондуктометрия и высокочастотное титрование*. ГОУ ВПО СПбГТУРП, СПб, 2009.
- [24] С. Кернбах. Исследование Проникающей Способности Светодиодного и Лазерного Излучения, ч.1. *Нано- и микросистемная техника*, 6:38–46, 2013.
- [25] С. Кернбах. Исследование Проникающей Способности Светодиодного и Лазерного Излучения, ч.2. *Нано- и микросистемная техника*, 7:28–38, 2013.
- [26] Valery A. Slaev, Anna G. Chunovkina, and Leonid A. Mironovsky. *Metrology and Theory of Measurement*. De Gruyter, 2013.
- [27] С. Кернбах and О. Кернбах. О высокоточном измерении pH и dpH. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 5(2):83–103, 2014.
- [28] С. Кернбах. Измерение эффективности систем, работающих с 'высокопроникающим излучением'. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 1(2):76–91, 2013.
- [29] С.Кернбах, И.Куксин, and О.Кернбах. Анализ сверхслабых взаимодействий методом электрохимической импедансной спектроскопии. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 11(4):6–22, 2016.
- [30] Сергей Кернбах and Влад Жигалов. Отчет о проведении экспериментов по изучению эффекта 'фантомов'. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 4(2):56–60, 2013.
- [31] С.Н. Маслоброд, С. Кернбах, and Е.С. Маслоброд. Нелокальная связь в системе 'Цифровое отображение растительного объекта – растительный объект'. Часть 1. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 4(2):56–60, 2014.
- [32] S.Maslobrod, E.Maslobrod, and S.Kernbach. Long range interaction within the system 'semiconductor generator - matrix - seeds'. In *Proceedings of conference 'Bio-Energy-Information Interactions. Ecology and Safety'*, pages 62–66, Moscow, 2013.
- [33] B.A. Lopatin and L.A. Granitskaya. Application of rl generators as frequency conductometric transducers. *Measurement Techniques*, 10(5):596–600, 1967.
- [34] А.Е.Акимов. Эвристическое обсуждение проблемы поиска новых дальностей. EGS-концепции. М., *Препринт / Межотрасл. науч.-техн. центр венчур. нетрадиц. технологий*; N 7А, page 63, 1991.
- [35] В.А.Жигалов. *Лабораторные работы с фантомами от торсионных генераторов*. Неопубликовано, 2010.
- [36] В.И.Лунев. *Поисковые экспериментальные исследования в области спин-торсионных взаимодействий*. Томск, 1995.
- [37] Y. S. Semenov. Mathematical Model of an Inductive Measuring Cell for Contactless Conductometry. *ArXiv e-prints*, 2013.
- [38] А.В. Бобров. Торсионный компонент электромагнитного излучения. Информационные торсионные поля в медицине и растениеводстве. *ВИНИТИ*, 635-B98, 1998.
- [39] И.А. Мельник. *Осознание 5й силы*. Москва, Фолиум, 2010.
- [40] Н.А. Козырев. *Избранные труды*. Л.: Ленинградский Университет, 1991.
- [41] М.М.Лаврентьев, И.А.Еганова, М.К.Луцет, and С.Ф.Фоминых. О реакции вещества на внешний необратимый процесс. *Доклады АН СССР*, (317(3)):635–639, 1991.
- [42] А.Ю. Смирнов. К вопросу об инструментальных исследованиях 'эффекта взаимодействия форм'. Расширенная рецензия на работу С. Кернбаха, И. Куксина, О. Кернбах 'Анализ сверхслабых взаимодействий методом электрохимической импедансной спектроскопии'. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 11(4):23–26, 2016.
- [43] С.Н. Маслоброд. Дистантное влияние эффекта формы на биоизмерию проростков. *Журнал Формирующихся Направлений Науки*, 11(4):54–57, 2016.

Таблица V
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ С СУ, М.Е. – MEASUREMENT ERROR (ОШИБКА ИЗМЕРЕНИЯ). СТРЕЛКА В ПОКАЗАНИИ ВРЕМЕНИ ЭКСПЕРИМЕНТА УКАЗЫВАЕТ НА ГРАДИЕНТ ТЕМПЕРАТУРЫ, СТРЕЛКА В ЗНАЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТА УКАЗЫВАЕТ НА ДИНАМИКУ ОЖИДАЕМОЙ f_e И ИЗМЕРЕННОЙ ЧАСТОТЫ f_m , Т.Е $f_e < f_m$ КАК $\uparrow$ И $f_e > f_m$ $\downarrow$.

N									средн. ст.откл.
E22 , t	02:00 ↓	06:00 ↓	10:00 ↑	14:00 ↑	18:00 ↑				3.2308
f _m	m.e.	24.24553	24.24565	m.e.	24.24569				0.1190
f _e	m.e.	24.24561	24.24573	m.e.	24.245615				
Result	m.e. ↓	3.29957 ↓	3.29956 ↓	m.e. ↑	3.09334 ↑				
E23 , t	03:00 ↑	09:00 ↑	11:00 ↑	15:00 ↑	19:00				2.6807
f _m	24.24646	24.24698	24.24768	24.24860	none				0.2380
f _e	24.24639	24.24692	24.24762	24.24853	none				
Result	2.88702↑	2.47454↑	2.47446↑	2.88677↑	none				
E24 , t	08:00 ↑	12:00	16:00 ↑	20:00 ↑	00:00 ↑	04:00 ↓	07:00 ↓		2.6331
f _m	24.25133	none	24.25422	24.255691	24.25704	m.e.	24.25815		0.5139
f _e	24.25125	none	24.25415	24.255750	24.25709	m.e.	24.25822		
Result	3.26168↑	none	2.91496↑	2.41592↓	1.93758↓	m.e. ↓	2.88562↓		
E25 , t	15:00	19:00 ↑	23:00 ↑	03:00 ↓	07:00 ↓	11:00 ↑			0.6843
f _m	none	24.257934	24.25780	24.25773	24.25766	24.25752			0.3134
f _e	none	24.257931	24.25782	24.25775	24.25764	24.25750			
Result	none	0.12367 ↑	0.82447 ↓	0.82447 ↓	0.82448 ↑	0.82448↑			
E27 , t	01:00 ↑	05:00 ↑	09:00 ↑	13:00 ↑	17:00 ↑				9.0619
f _m	24.2544	24.2549	24.25536	24.25553	24.25575				1,0391
f _e	24.254649	24.2551	24.2556	24.25572	24.25597				
Result	10.26617 ↓	8.24575 ↓	9.89472 ↓	7.83326 ↓	9.07001 ↓				
E28 , t	04:00 ↓	08:00 ↓	12:00 ↓	16:00 ↑	20:00 ↑	00:00 ↑	04:00 ↑		4.0400
f _m	24.25680	m.e.	24.25738	24.25755	24.25791	24.25757	24.25764		0.6774
f _e	24.25691	m.e.	24.25748	24.25766	24.25801	24.25764	24.25769		
Result	4.53481 ↓	m.e. ↓	4.12245 ↓	4.53467↓	4.12236 ↓	2.88569 ↑	2.0612↓		
E32 , t	17:00 ↑	20:00↑	23:00 ↑	02:00 ↑	05:00	08:00 ↓			3.0354
f _m	24.25542	m.e.	24.25545	24.25546	none	24.25568			0.4722
f _e	24.25534	m.e.	24.25553	24.25538	none	24.25562			
Result	3.29824 ↑	m.e.	3.21577 ↓	3.29823 ↑	none	2.32935 ↑			
E33 , t	20:00 ↑	23:00 ↑	02:00 ↑	05:00 ↓					3.1882
f _m	none	24.256158	24.25608	24.25607					0.6404
f _e	none	24.25624	24.25599	24.25613					
Result	none	3.38058 ↓	3.71042 ↑	2.47360 ↑					
E34 , t	08:00 ↓	11:00 ↑	14:00 ↑	17:00↑	20:00 ↓	23:00 ↓	02:00↓		2.9270
f _m	m.e.	24.256070	24.255965	24.25607	none	24.25658	24.25682		0.2061
f _e	m.e.	24.256145	24.25588	24.25599	none	24.25664	24.25687		
Result	m.e. ↓	3.0920↓	3,50430 ↑	3.29815↑	none	2.67968↓	2.06127↓		
E35 , t	03:00 ↑	06:00 ↑	09:00 ↑	12:00 ↑					1.9930
f _m	m.e.	24.25035	24.25079	24.25104					0.5188
f _e	m.e.	24.25040	24.25085	24.25108					
Result	m.e.	2.06182 ↓	2.47414 ↓	1.44323 ↓					
E36 , t	15:00	18:00	21:00	0:00 →	03:00	06:00 ↓	09:00 →		1.0307
f _m	none	none	none	24.25313	none	24.253425	24.25347		0.2061
f _e	none	none	none	24.25311	none	24.253450	24.25350		
Result	none	none	none	0.8246↑	none	1.0307↓	1.2369↓		
E37 , t	02:00	05:00 ↑	08:00	11:00 ↓	14:00	17:00			0.4123
f _m	none	24.25227	none	24.25244	none	none			1.98E-6
f _e	none	24.25228	none	24.25243	none	none			
Result	none	0.41233 ↓	none	0.41232 ↑	none	none			
E39 , t	03:00 ↑	06:00 ↑	09:00 ↑	12:00 ↑	15:00 ↑	18:00	21:00		2.3587
f _m	24.24912	24,24950	24.24985	24.25022	24.250426	none	none		0.2582
f _e	24.24918	24,24956	24.24991	24.25016	24.250380	none	none		
Result	2.47431 ↓	2.47427 ↓	2.47424 ↓	2.47421 ↓	1.89687 ↑	none	none		
E40 , t	16:00 ↑	19:00 ↑	22:00 ↑	01:00 →	04:00 ↓	07:00 ↓	10:00 ↑		1.4844
f _m	m.e.	24.25072	24.25080	24.25095	24.25110	24.25124	m.e.		0.3387
f _e	m.e.	24.25077	24.25084	24.25093	24.25114	24.25127	m.e.		
Result	m.e. ↓	1.85561 ↓	1.64943 ↓	1.03088 ↑	1.64941 ↓	1.23705 ↓	m.e. ↓		
E41 , t	18:00 ↑	21:00 ↑	00:00 ↑	03:00	06:00	09:00 →	12:00 ↑	15:00 ↑	1.2507
f _m	24.251578	24.25164	24.25170	none	none	24.25201	24.25212	24.25215	0.0238
f _e	24.251610	24.25167	24.25173	none	none	24.25204	24.25215	24.25218	
Result	1.31950 ↓	1.23703 ↓	1.27826 ↓	none	none	1.23701 ↓	1.31947↓	1.23700↓	

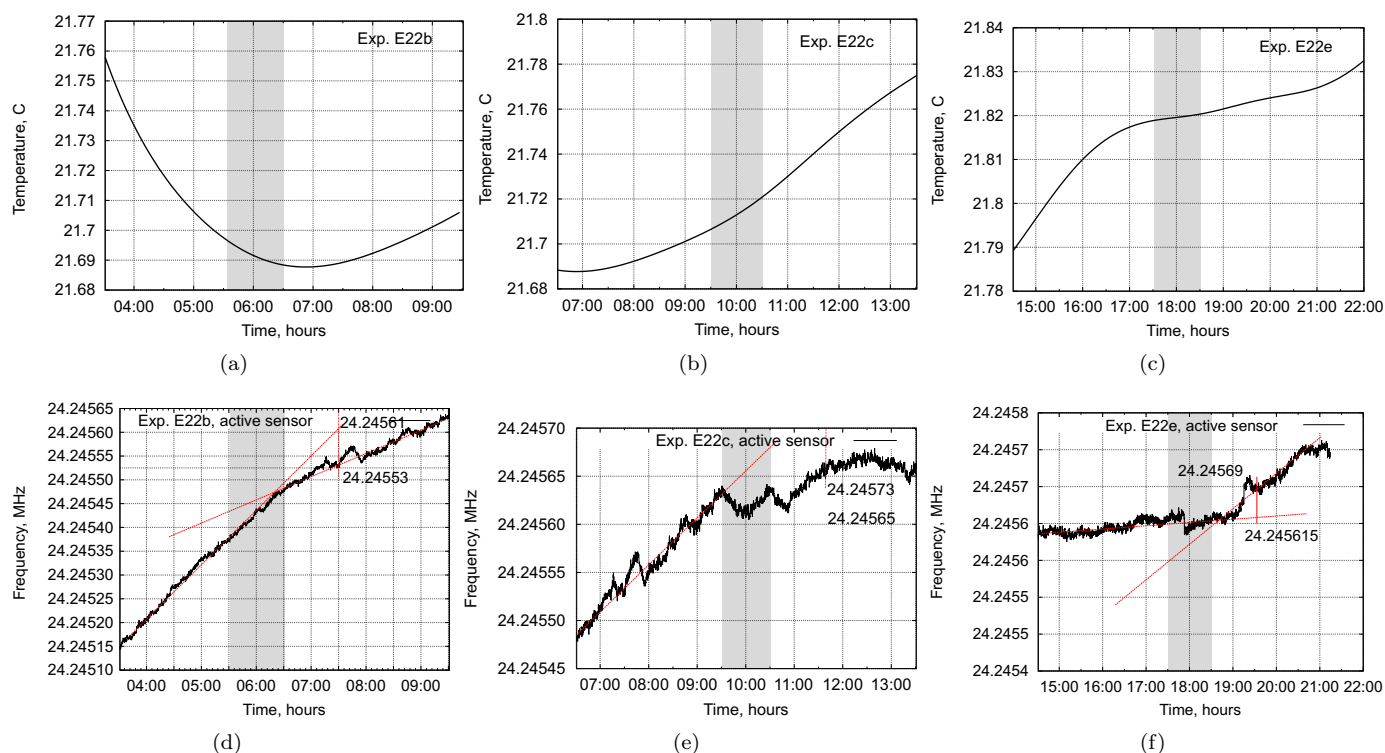


Рис. 12. Эксперимент E22b,c,e. СЭ – вариант 2 – находится во втором контейнере с сенсорами, светодиодный генератор – на пределах контейнера. Здесь и далее: показаны значения температуры и активного сенсора (с рабочим элементом). Расстояние между генераторами и сенсорами 0.4 ± 0.05 метра.

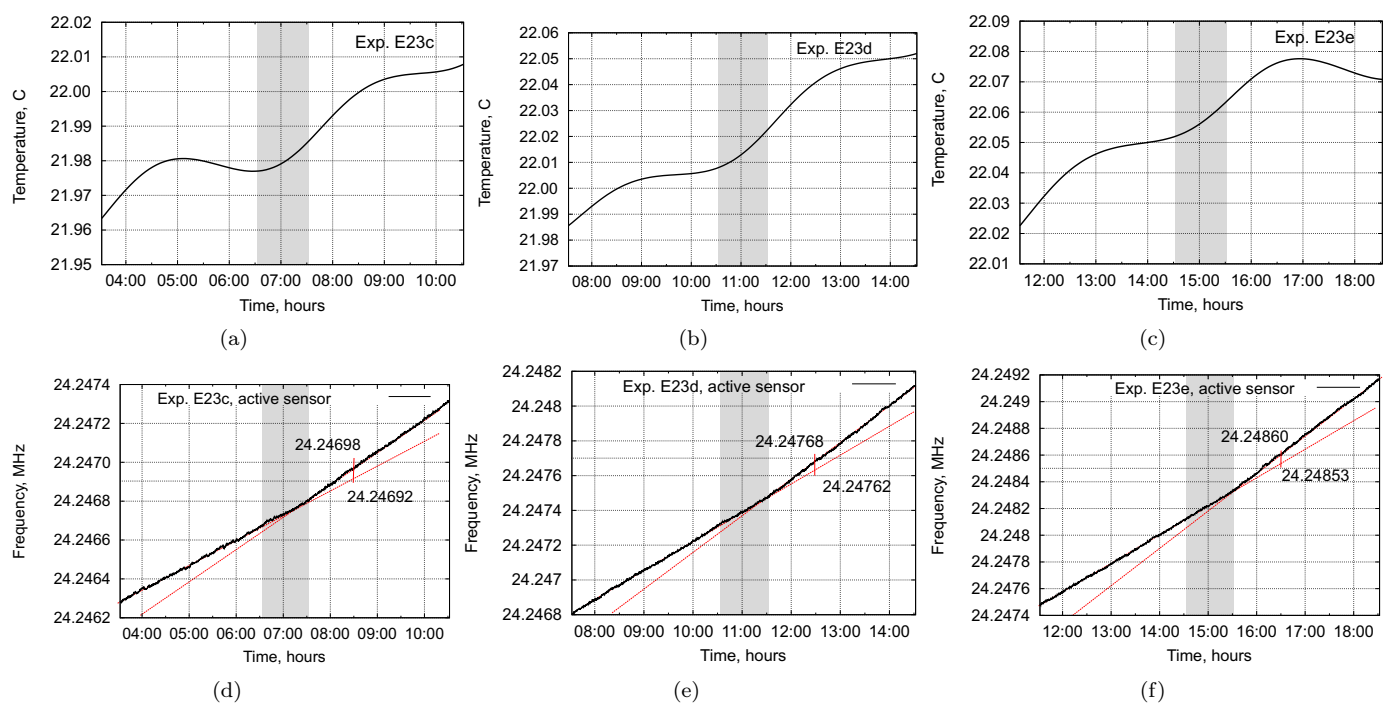


Рис. 13. Эксперимент E23c,d,e. СЭ – вариант 2, светодиодный генератор находится во втором контейнере с сенсорами.

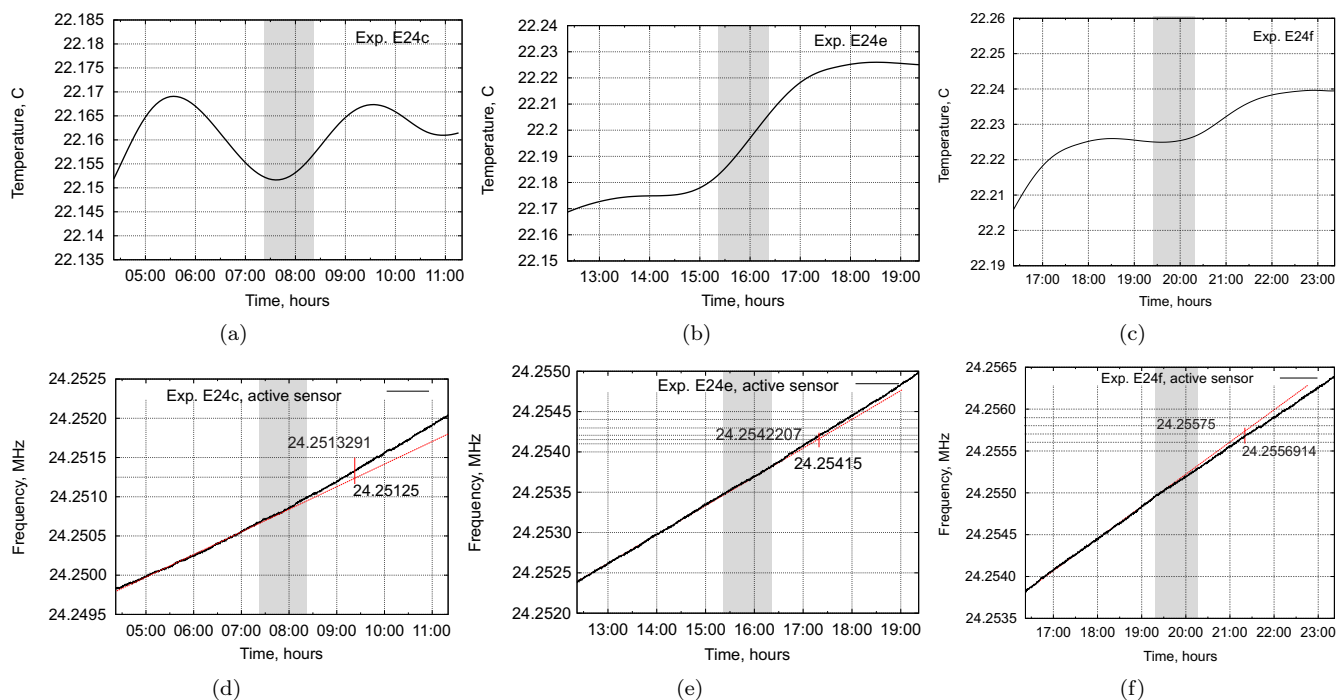


Рис. 14. Эксперимент E24c,e,f. СЭ – вариант 1б, основания всех конусов направлены к сенсорам, светодиодный генератор находится во втором контейнере с сенсорами.

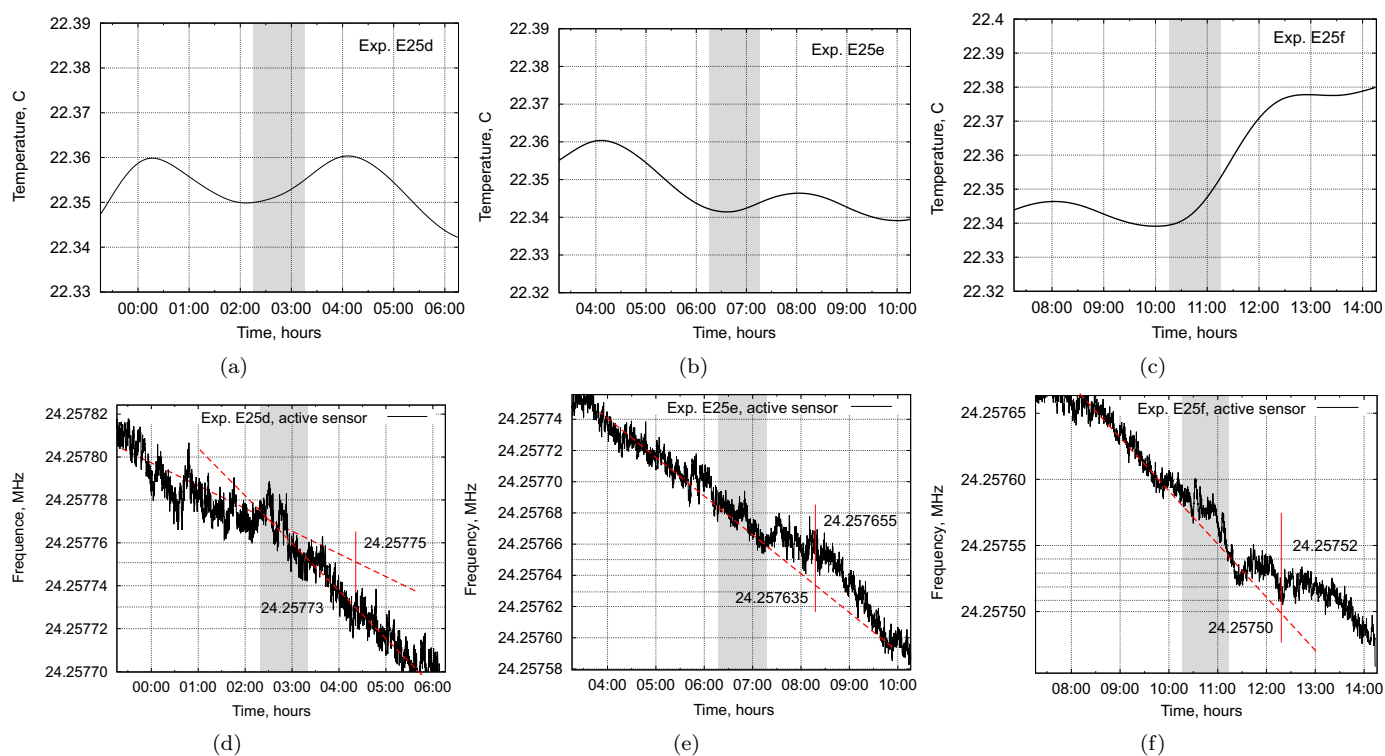


Рис. 15. Эксперимент E25d,e,f. СЭ – вариант 1а, вершины конусов направлены к сенсорам, светодиодный генератор находится во втором контейнере с сенсорами.

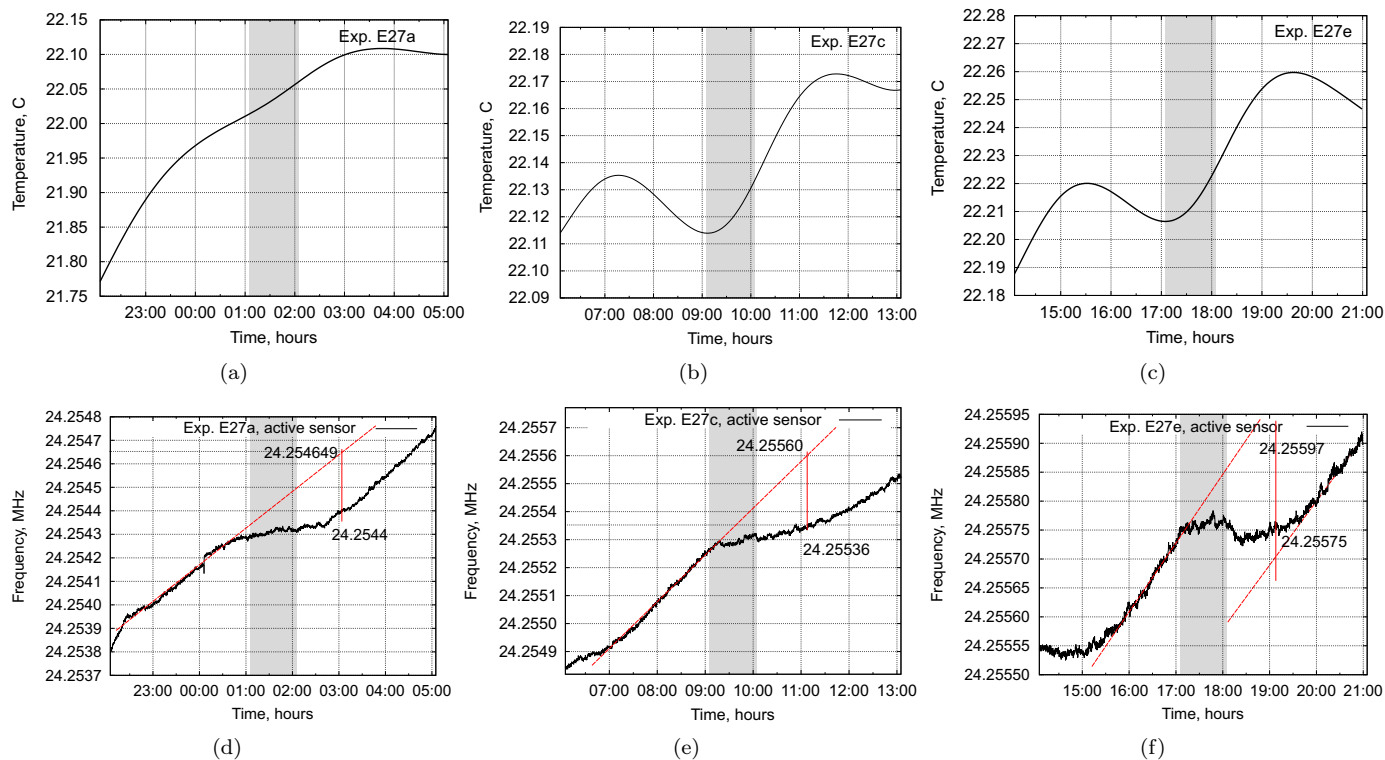


Рис. 16. Эксперимент E27b,c,e. Светодиодный генератор с модулем ЕНМ (активирована только электрическая часть) находятся во втором контейнере с сенсорами, СЭ выбран как в опыте E23.

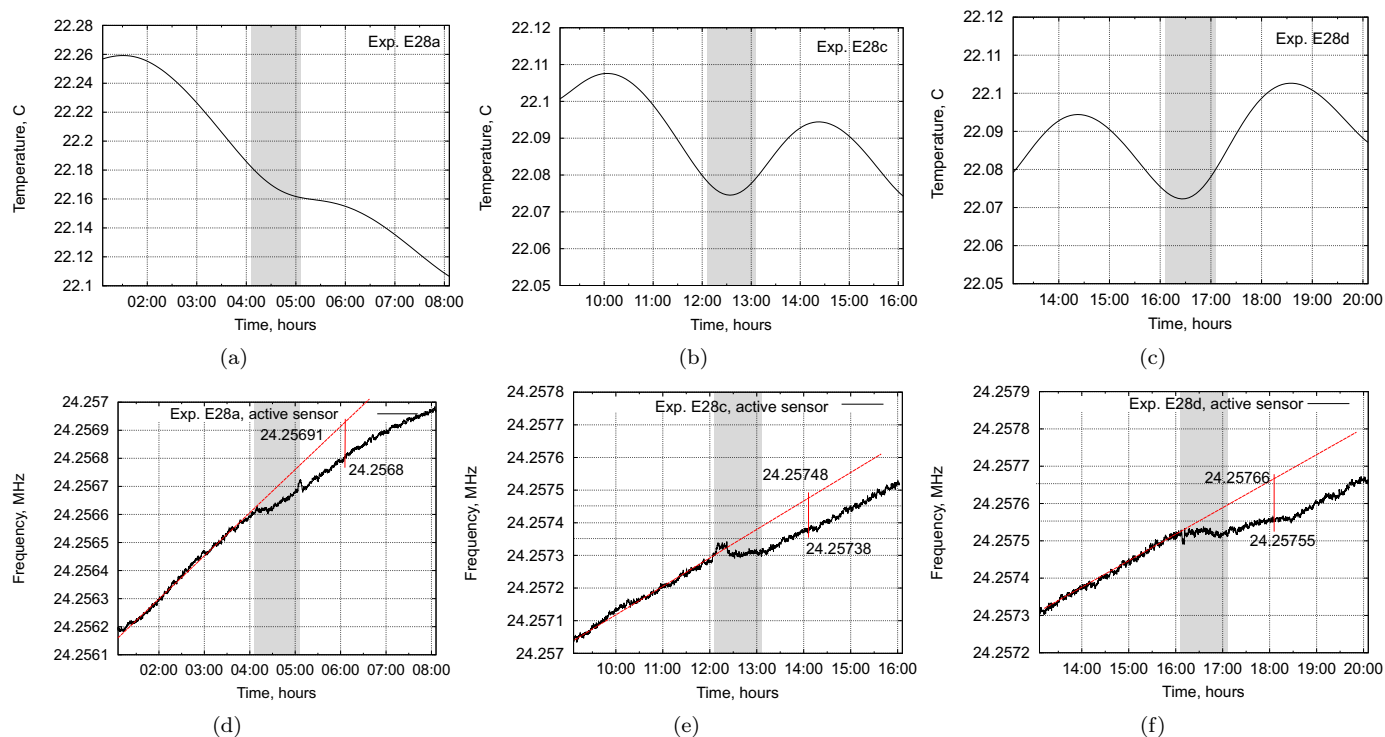


Рис. 17. Эксперимент E28b,c,e. Светодиодный генератор отключен, модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) находятся во втором контейнере с сенсорами, СЭ выбран как в опыте E23.

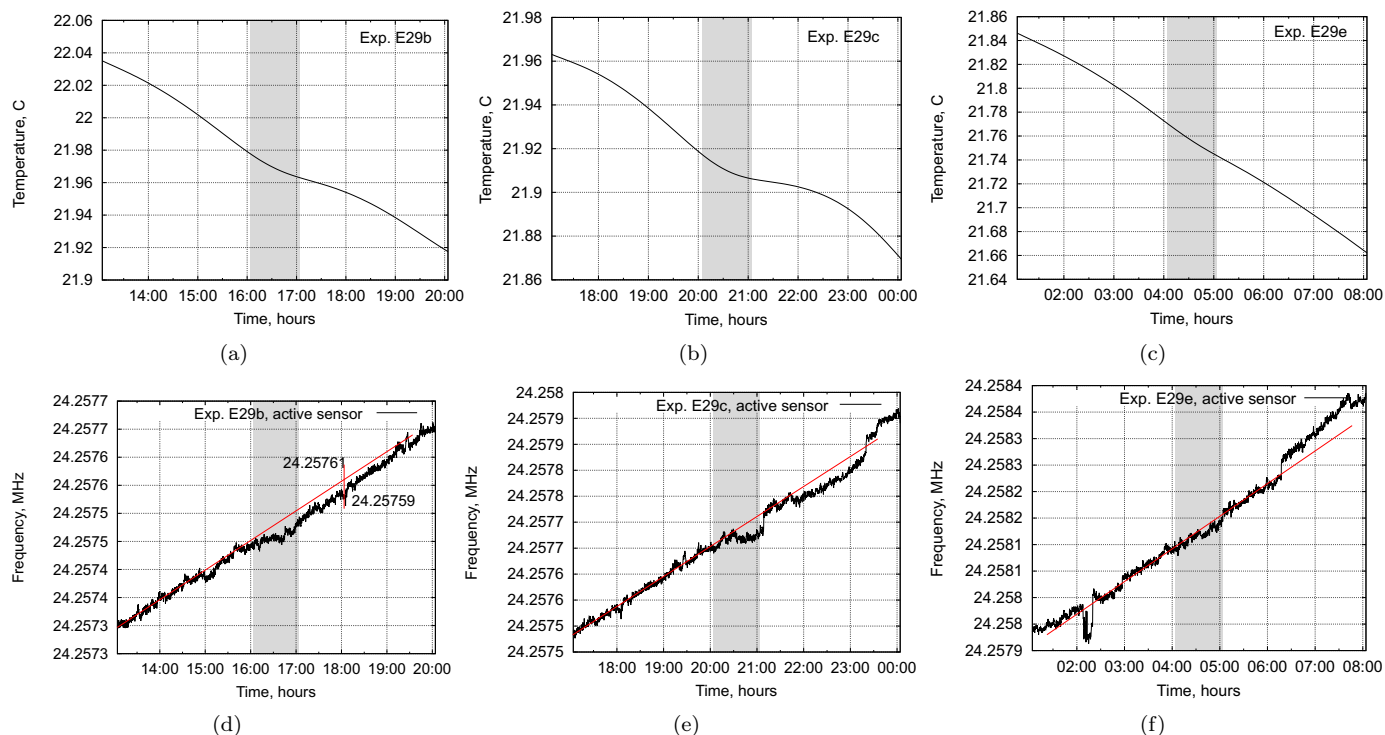


Рис. 18. Эксперимент E29b,c,e. Светодиодный генератор отключен, модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) находятся за пределами второго контейнера с сенсорами, СЭ удален.

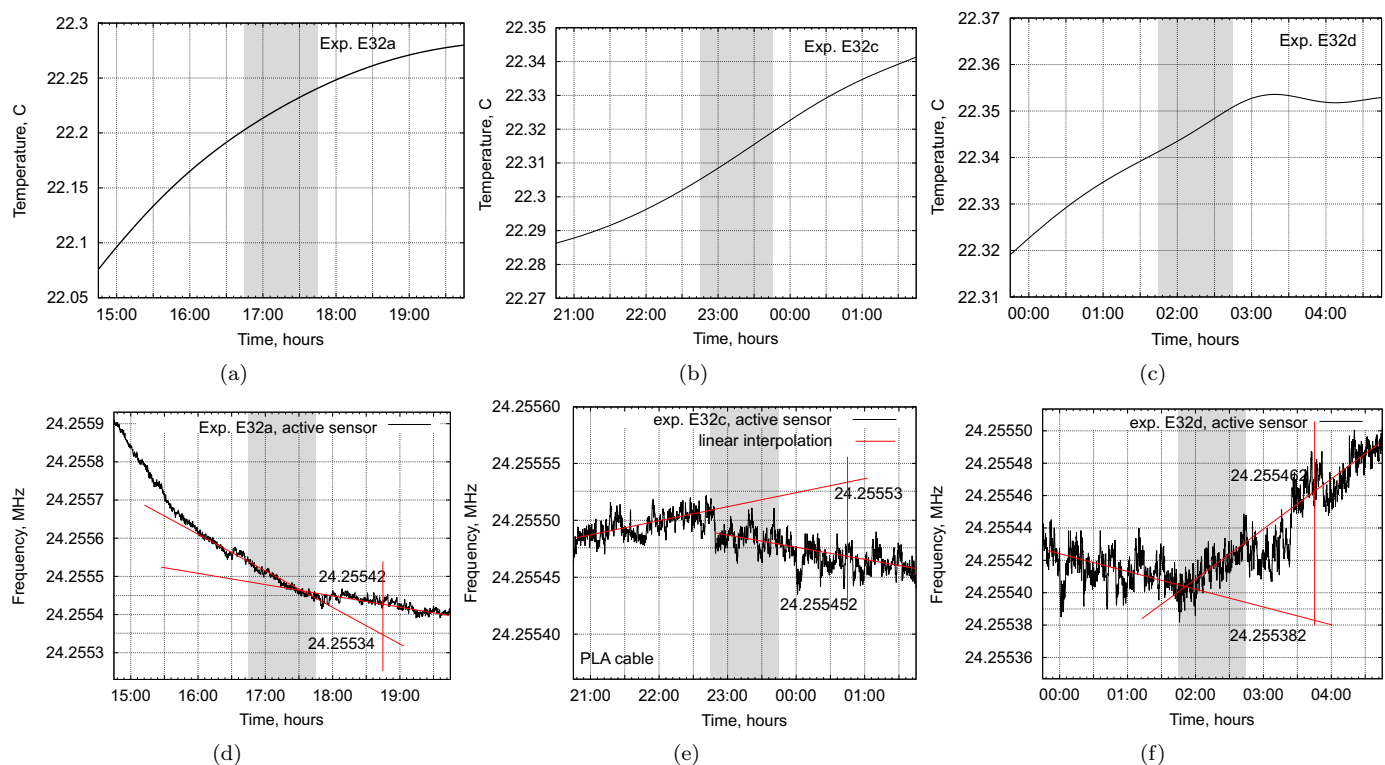


Рис. 19. Эксперимент E32a,c,d. Светодиодный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, используется кабель из полиактида.

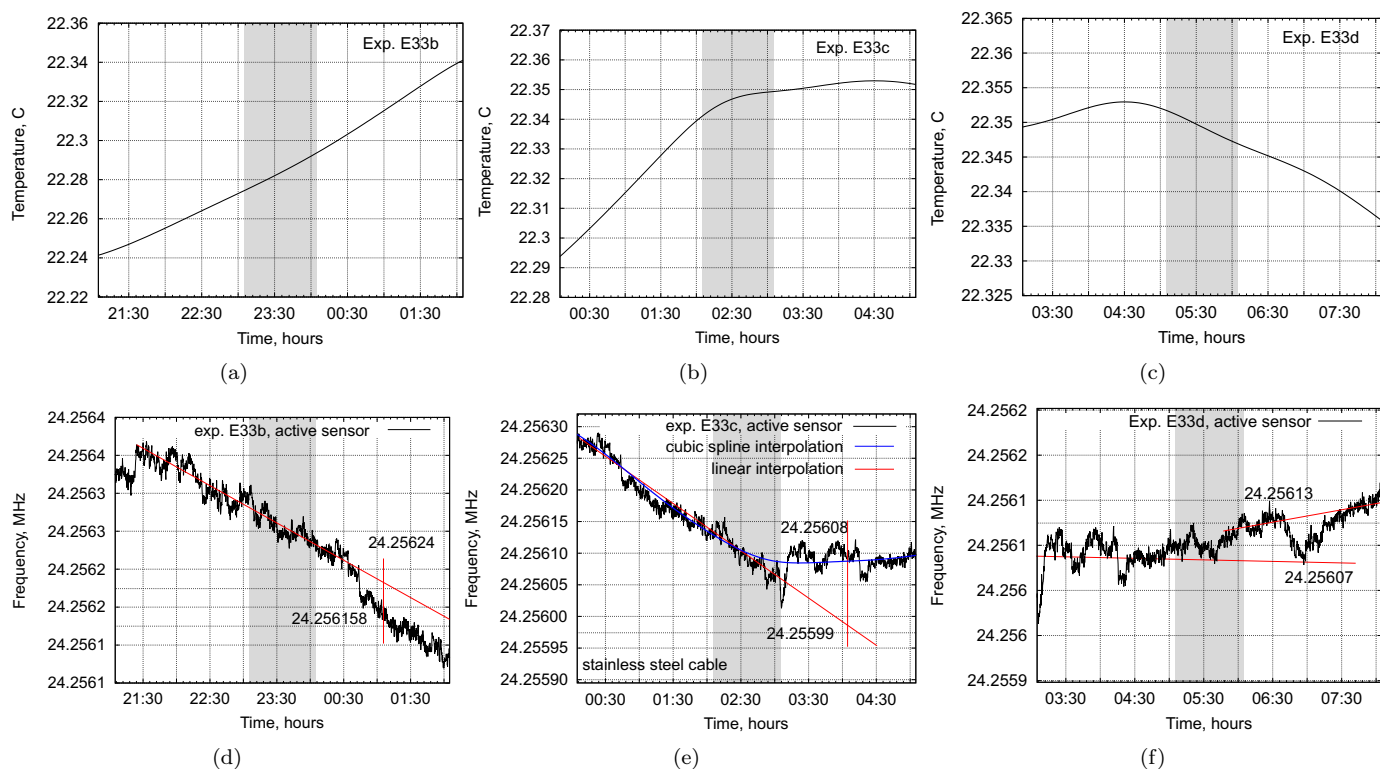


Рис. 20. Эксперимент E33b,c,d. Светодиодный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, используется кабель из стали.

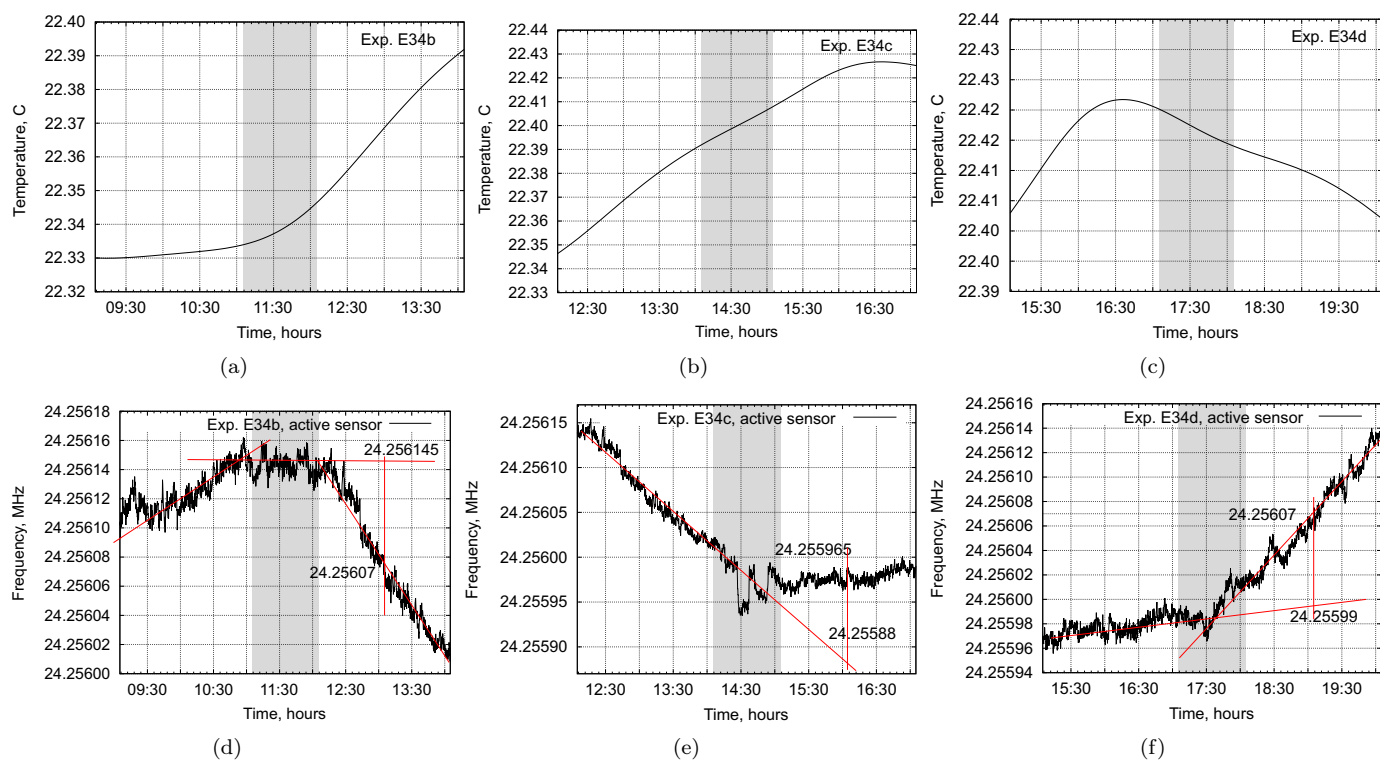


Рис. 21. Эксперимент E34b,c,d. Светодиодный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, используется кабель из стали.

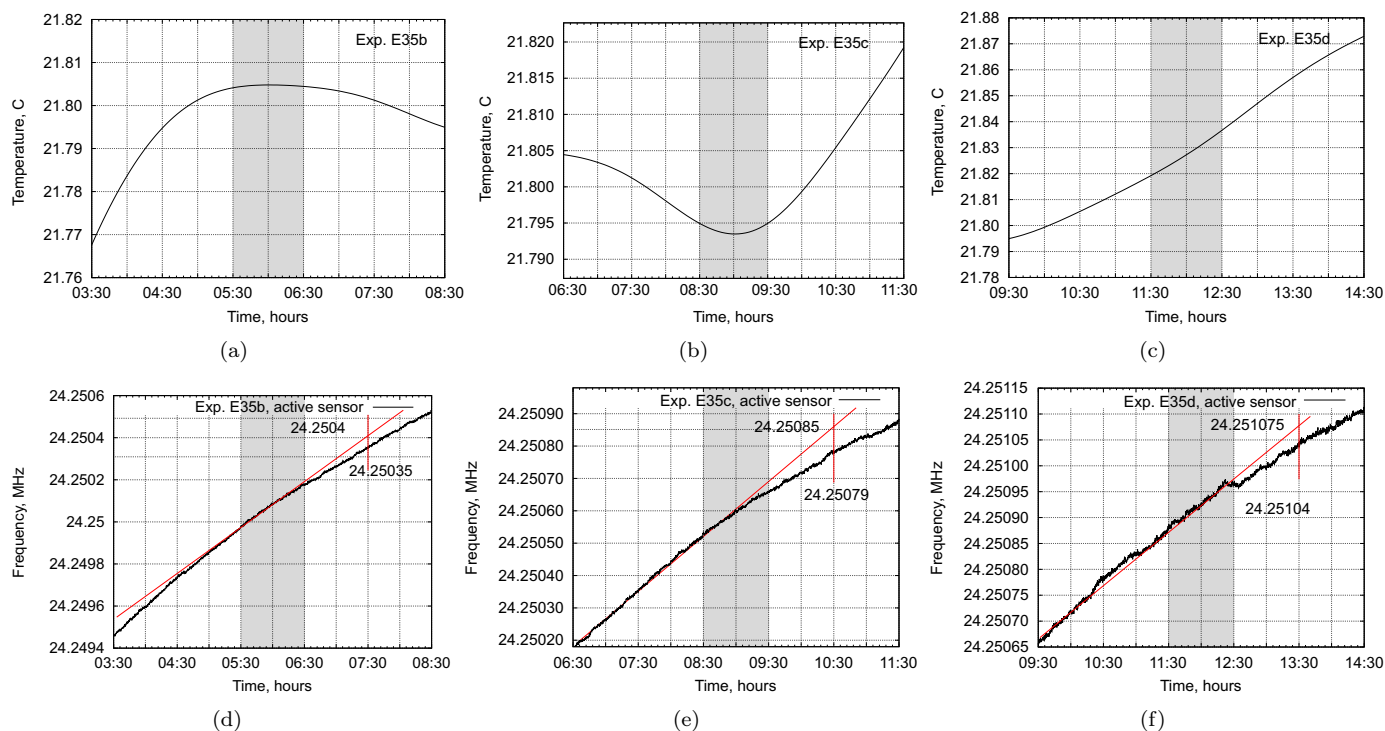


Рис. 22. Эксперимент E35b,c,d. Светодионный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, волновод удален, эксперимент проведен на протяжении 24 часов после E34.

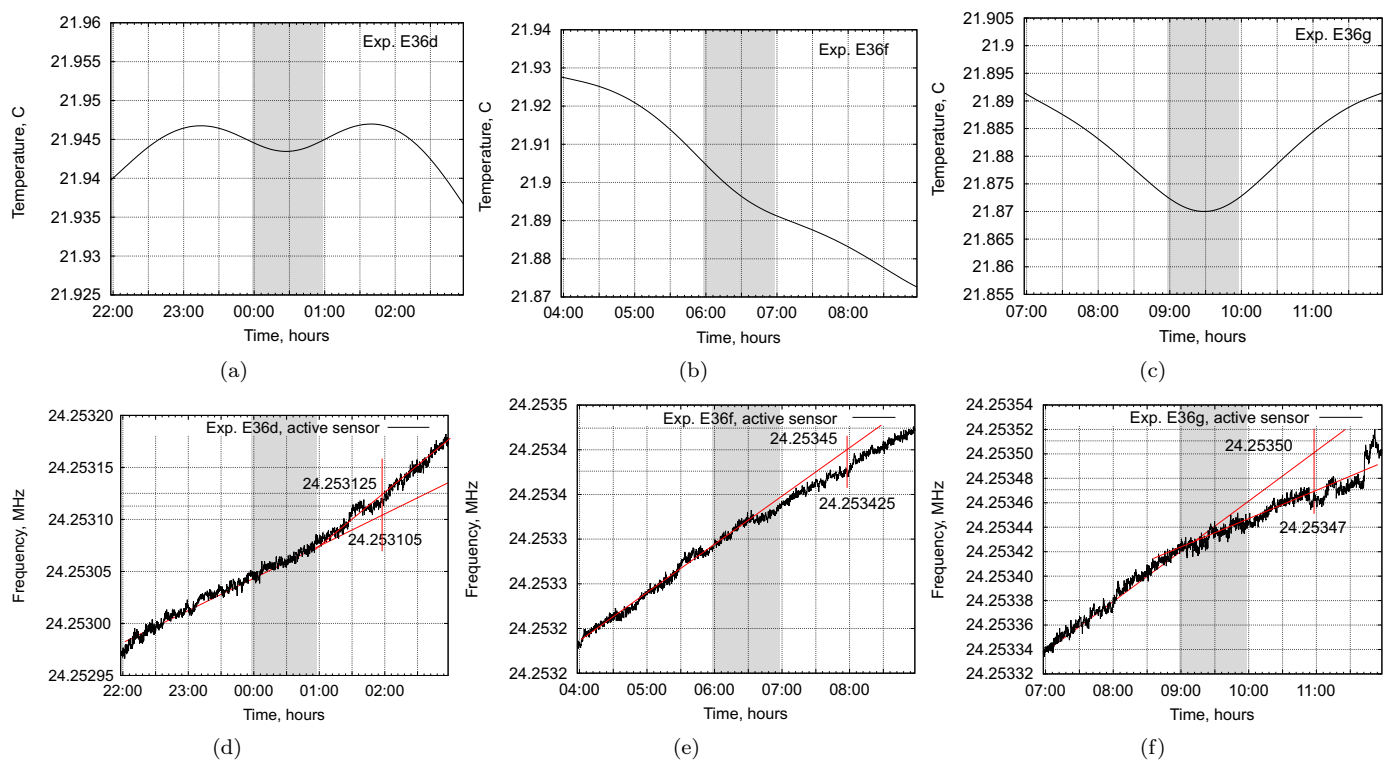


Рис. 23. Эксперимент E36d,f,g. Светодионный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, волновод удален, эксперимент проведен 48 часов после E34.

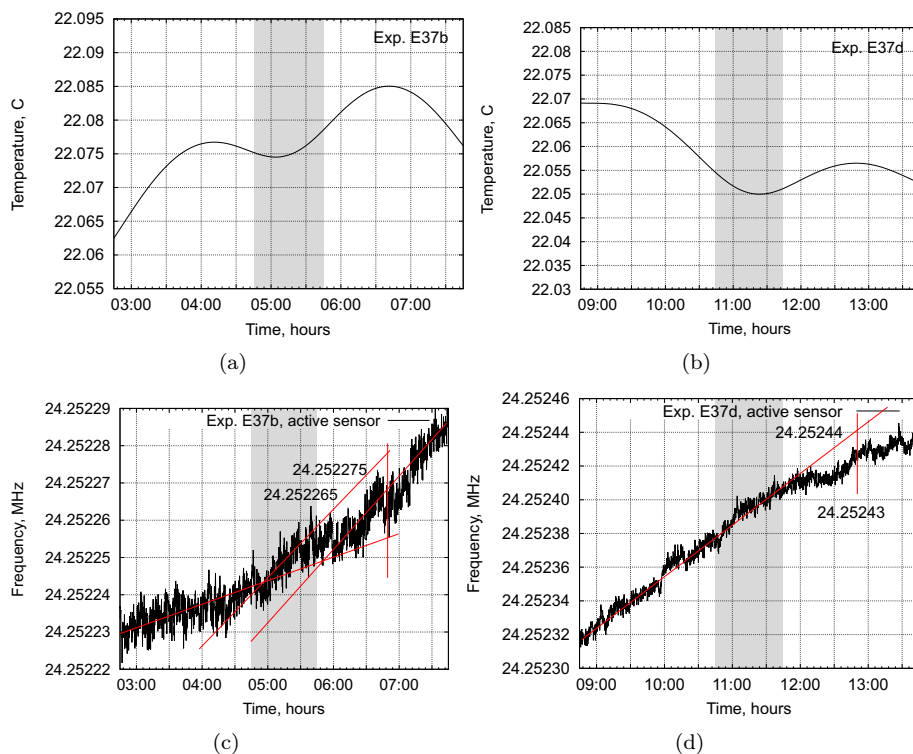


Рис. 24. Эксперимент E37b,d. Светодиодный генератор и модуль ЕНМ (активирована только электрическая часть) включены, волновод удален, эксперимент проведен 72 часа после E34.

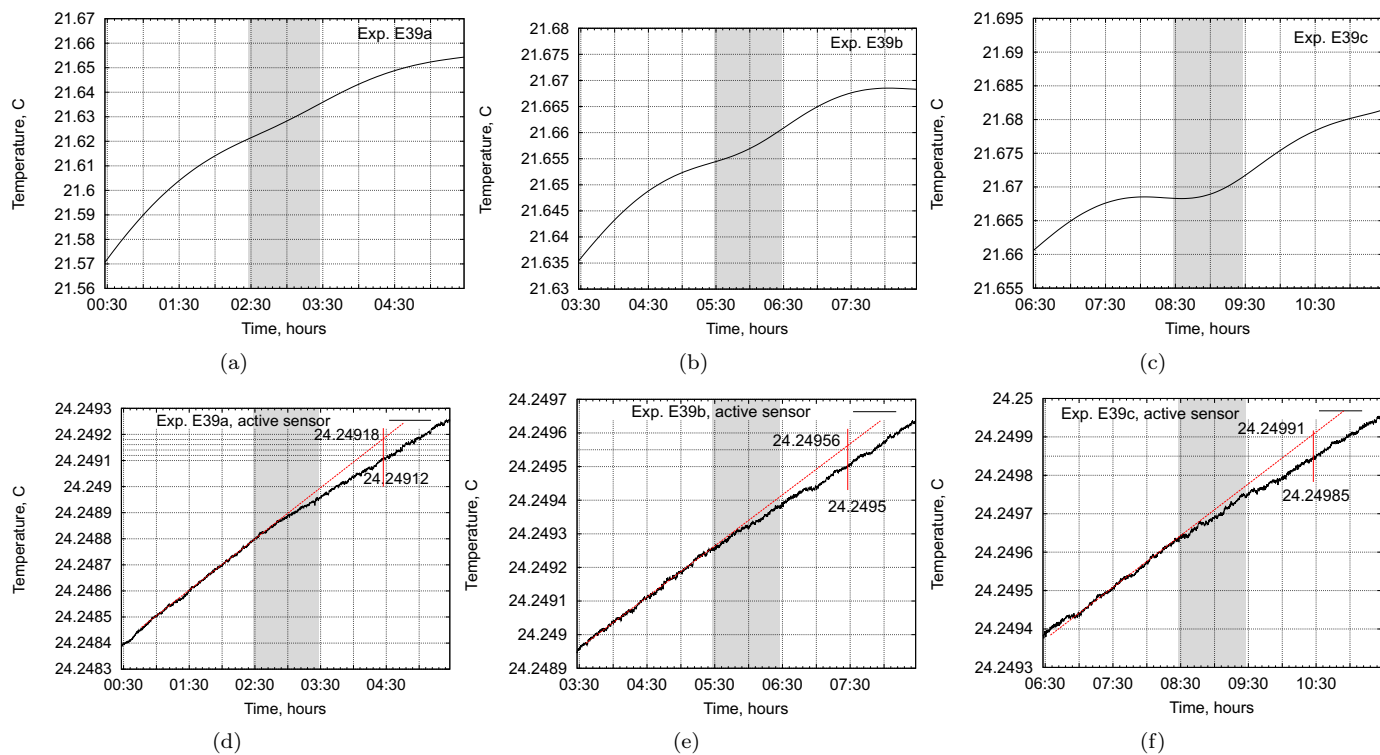


Рис. 25. Эксперимент E39a,b,c. Включены светодиодный генератор и модуль ЕНМ, используется СЭ варианта 4.

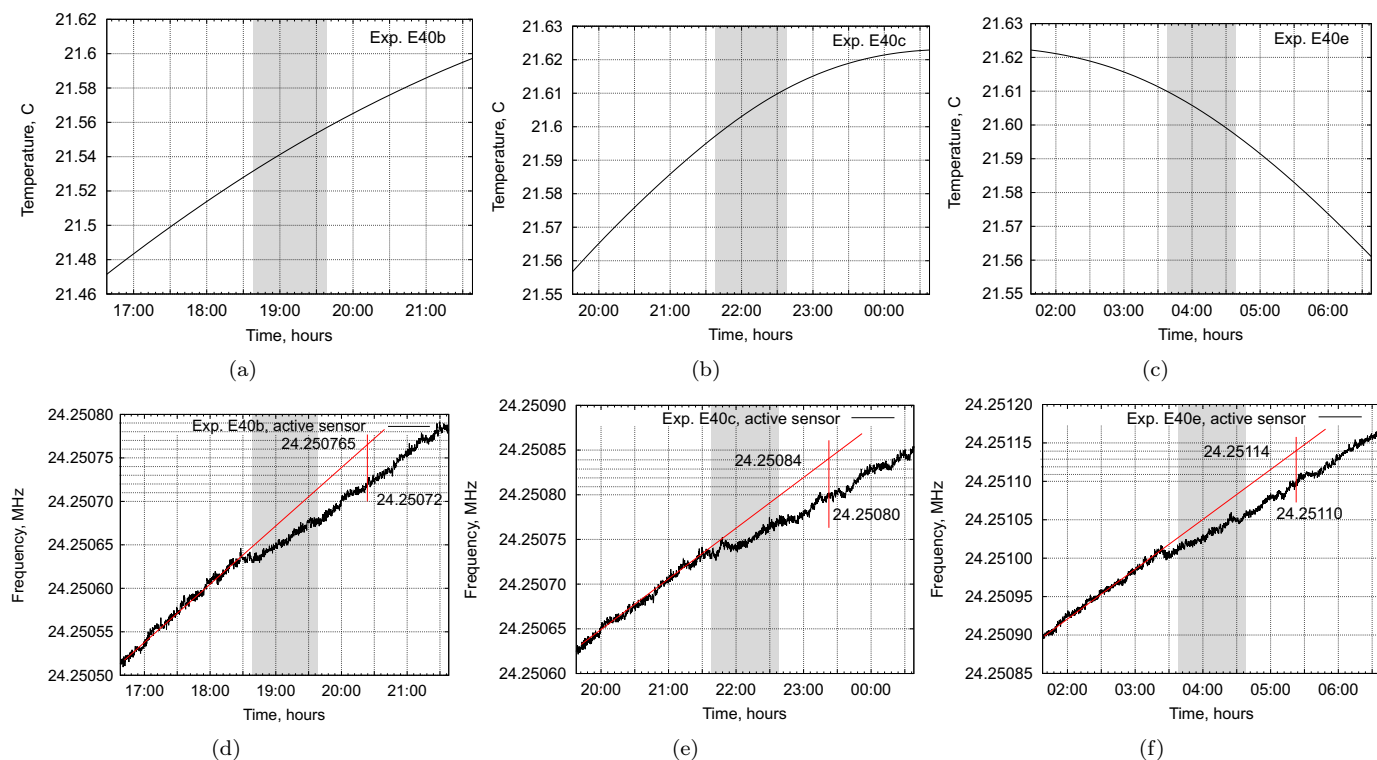


Рис. 26. Эксперимент E40b,c,e. Включен только светодиодный генератор вне контейнера с сенсорами.

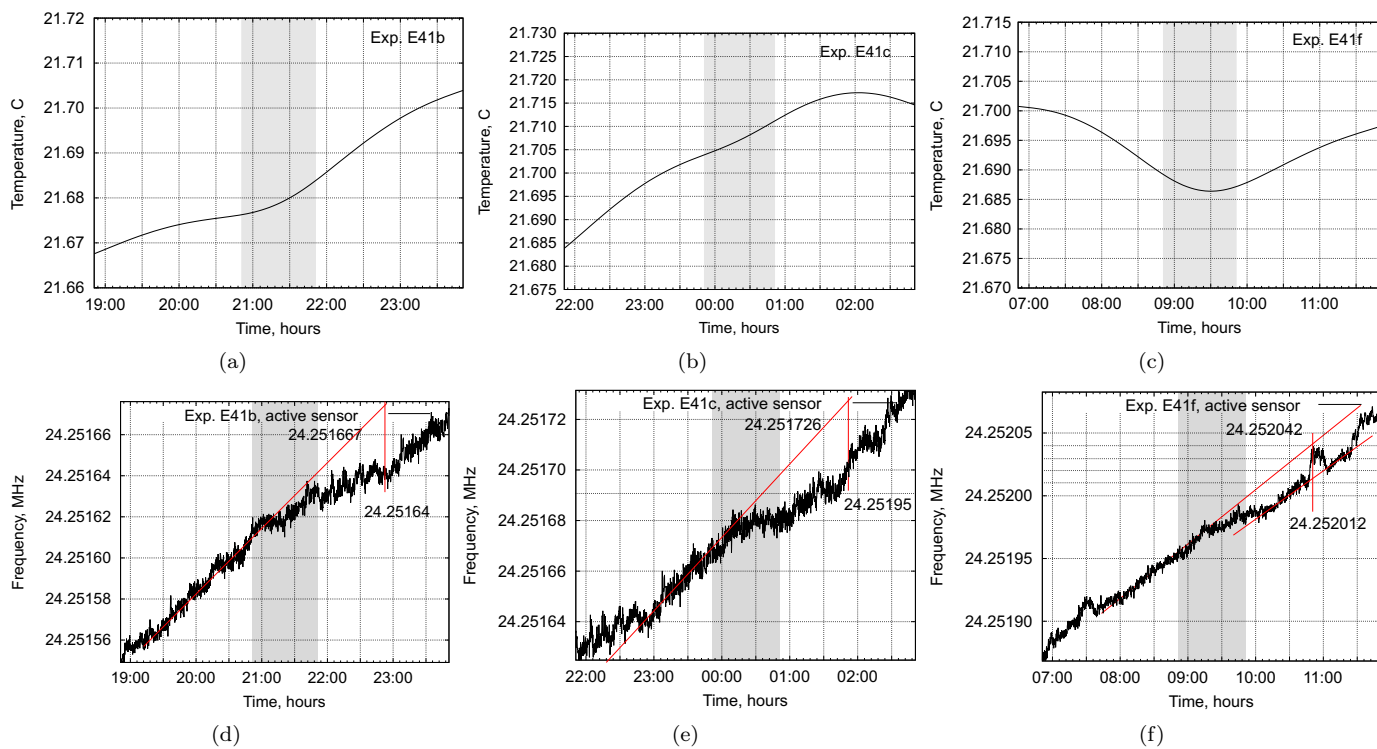


Рис. 27. Эксперимент E41b,c,f. Включены светодиодный генератор и модуль ЕНМ, используется СЭ варианта 3.