

УДК 621.301.

Н. П. КУНДЕНКО, канд. техн. наук

Харьковский национальный университет сельского хозяйства (НТУСХ) им. П. Василенко,
г. Харьков

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА ОБРАБОТКОЙ МИКРООБЪЕКТОВ ЖИВОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Проведено анализ основных параметров элементов системы измерения диэлектрической проницаемости растворов с микрообъектами сельскохозяйственных животных

Проведено аналіз основних параметрів елементів системи виміру діелектричної проникненості розчинів з мікрооб'єктами сільськогосподарських тварин.

Постановка проблемы

При исследовании состояния биологических объектов, находящихся под воздействием различных физических факторов, немаловажное значение имеет выбор метода для контроля состояния биологических объектов в данное время. Взаимодействие физических факторов с биологическими системами связано с их физическими и химическими изменениями [4, 5].

Под этими изменениями следует понимать: нагрев биообъектов, разрыв химических связей, изменение окраски, изменение электрофизических свойств, биологическую реакцию на воздействие.

Таким образом, для измерения параметров биологических объектов можно применять следующие методы: световые, теплофизические, электрофизические, физико-химические. Из многочисленных методов измерения параметров биологических объектов внимания заслуживают диэлькометрические методы. Метод диэлектрметрии в настоящее время позволяет: определять параметры гидратного окружения биополимеров и их компонентов (количество воды, прочно связанной в структуре, количество воды, связанной на опушке макромолекулы); изучать изменения конформации при различных факторах воздействия (физиологически активных добавках, температуре и т. п.); идентифицировать функционально значимые изменения конформации при взаимодействиях макромолекул в модельных системах (например, фермент-субстратном связывании); исследовать функционально значимые изменения конформаций компонентов клеток в функционально активном состоянии (например, при лиганд-рецепторном взаимодействии); выявлять роль пространственной структуры в изучаемом биологическом процессе; находить специфические внутримолекулярные взаимодействия, приводящие к конкретным конформационным перестройкам; исследовать процессы функционирования биополимеров в тканях .

Цель статьи анализ основных параметров элементов системы измерения диэлектрической проницаемости растворов с микрообъектами сельскохозяйственных животных

Основная часть

В процессе контроля за обработкой микрообъектов животных акустическими колебаниями нами был выбран метод измерения сдвига резонансной частоты оптического резонатора (ОР) при помещении в его объем ячеек с различными образцами. Для этого использовался метод сравнения. При этом частота измерялась относительно реперной точки.

Функциональная схема системы измерения приведен на рис. 1, а общий вид на рис. 2.

В качестве репера будем использовать эталонный резонатор, в который помещается ячейка с исходным веществом. Применение эталонного резонатора позволяет также исключить влияние нестабильности частоты задающего генератора 1, в качестве которого используется ЛПД четырехмиллиметрового диапазона длин волн, на результаты измерений. А для измерения сдвигов резонансной частоты будем использовать частотно-модулированный (ЧМ) сигнал,

пропускаемый через резонатор [1–3].

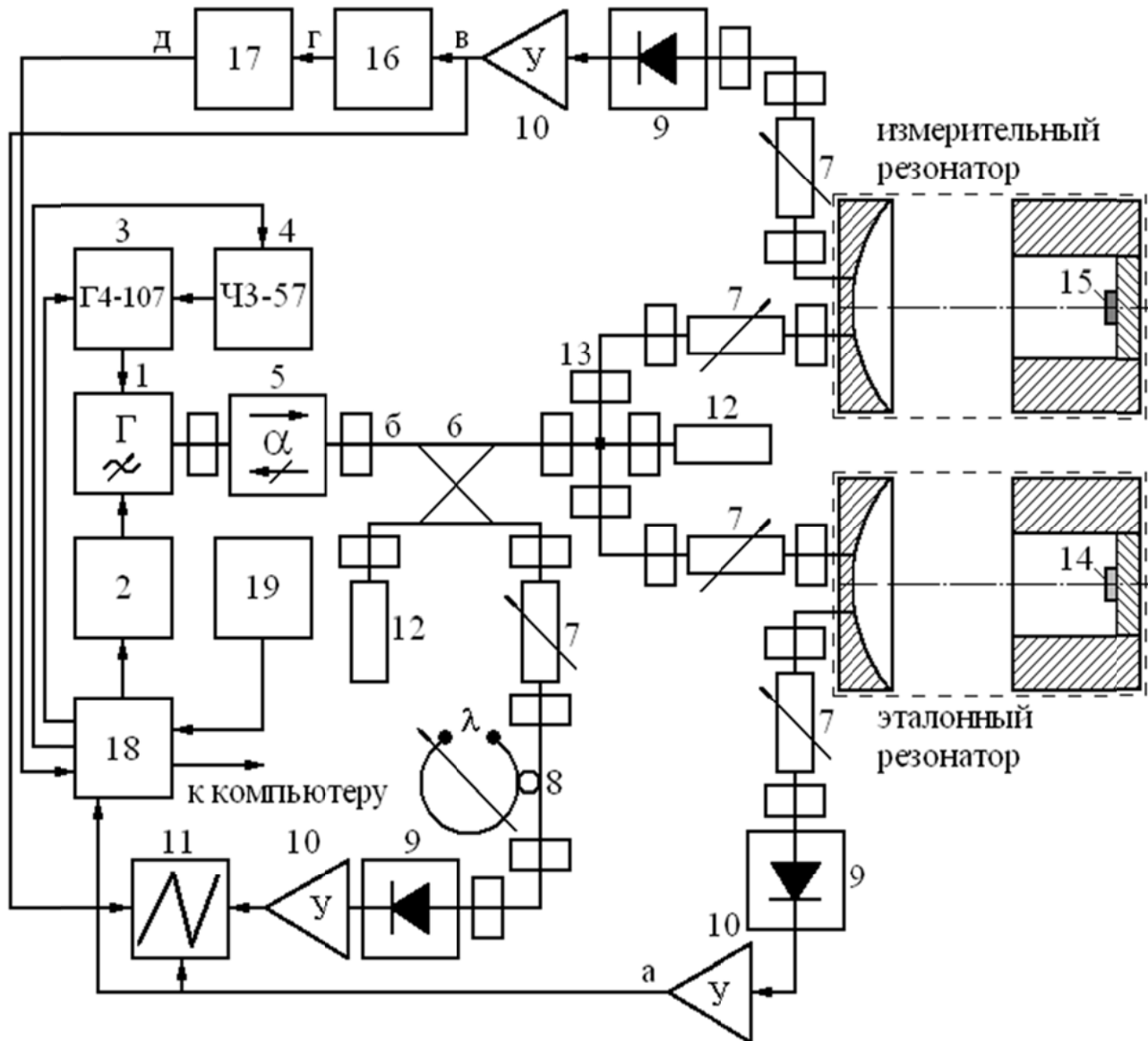


Рис. 1. Блок-схема измерительной установки для контроля малых изменений частоты.

Частота генератора 1 может перестраиваться по линейному закону в диапазоне $f_{ЭГ} \pm 75$ МГц с помощью варактора 2, включенного в цепь обратной связи генератора. Для этого на варактор подается пилообразное напряжение. А чтобы получить абсолютный масштаб частоты на ЛПД подается еще модулирующее напряжение частотой $F = 60$ МГц от высокочастотного генератора Г4-107. Для контроля частоты этого генератора в схему включен универсальный малогабаритный частотомер ЧЗ-57. Это приводит к появлению в спектре излучения ЛПД боковых частот, отстоящих на величину F от несущей. Вследствие частотной модуляции сигнала генератора 1 сигнал на выходе эталонного резонатора будет иметь вид трех узких пиков, как показано на рис. 2.

Для развязки генератора 1 с нагрузкой в тракт СВЧ включен вентиль 5, имеющий прямые потери 0,3 дБ и обратные 29 дБ в полосе частот $75 \pm 1,5$ ГГц. Для контроля частоты задающего генератора в схеме предусмотрен дополнительный канал, образованный направленным ответвителем 6, имеющим переходное ослабление 22 дБ в полосе пропускания вентиля, поляризационным измерительным аттенуатором 7, волномером 8, детектором 9, широкополосным усилителем 10 (УЗ-29) и осциллографом 11 (С1-75). В

четвертом плече направленного ответвителя установлена согласованная нагрузка 12. Сигнал с выхода направленного ответвителя поступает на двойной волноводный тройник 13, где разделяется пополам.

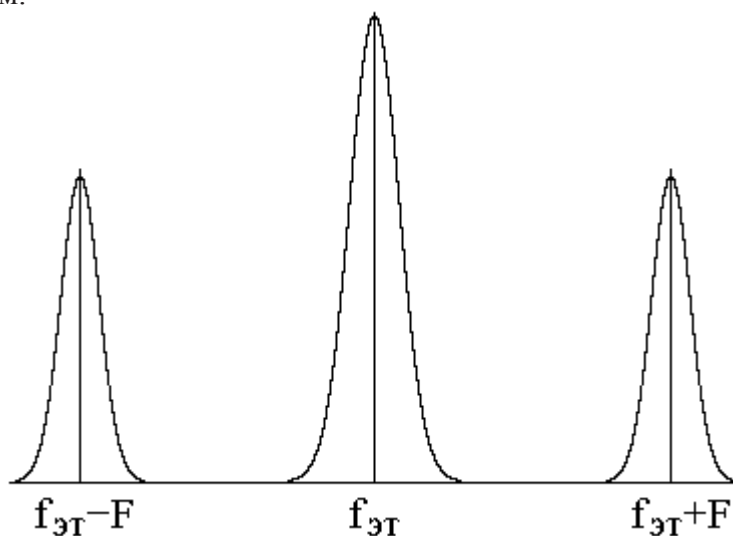


Рис. 2. Сигнал на выходе эталонного резонатора

Одна часть сигнала возбуждает эталонный резонатор, а другая – измерительный. Оба резонатора идентичны. Они образованы сферическими и плоскими зеркалами, апертуры которых равны 60 мм. Радиусы кривизны R сферических отражателей равны 110 мм. Диаметры круглых волноводов, расположенных в центрах плоских зеркал, равны 24 мм. Элементы связи обоих резонаторов представляют собой плавные переходы с пониженного сечения $3,6 \times 0,14$ мм на основное сечение волновода $3,6 \times 1,8$ мм. Расстояния, на котором они расположены относительно центров сферических зеркал, определяются максимальным значением напряженности электрического поля возбуждаемых в обоих резонаторах колебаний TM_{0137} и равны 9,4 мм.

Первоначально в оба резонатора на поршни в круглых волноводах помещаются измерительные ячейки 14, имеющие одни и те же геометрические размеры. В момент резонанса сигнал с выхода эталонного резонатора через поляризационный измерительный аттенюатор 7 поступает на детекторную секцию 9. Далее сигнал с выхода широкополосного усилителя 10 (УЗ-29) заводится на осциллограф 11. Аналогичным образом сигнал с выхода измерительного резонатора через поляризационный измерительный аттенюатор 7, детекторную секцию 9, широкополосный усилитель 10 (УЗ-29) также поступает на осциллограф 11. Путем механической перестройки одного из резонаторов добиваемся совпадения их резонансных частот. Благодаря этому мы исключаем всякие механические неточности, связанные с изготовлением резонаторов. В качестве следующего шага заменяем ячейку 14 в измерительном резонаторе на ячейку 15, вещество в которой имеет другие электрофизические параметры. Следовательно, резонансная частота измерительного ОР станет другой. И ее сдвиг относительно частоты эталонного резонатора можно оценить на экране осциллографа, поскольку мы знаем абсолютный масштаб частоты благодаря боковым меткам (см. рис. 2). Для более точного определения сдвига резонансной частоты измерительного ОР в схему включены дополнительные элементы. Диаграмма напряжений для соответствующих точек схемы (а, б, в, г, д), приведенной на рис. 1, показана на рис. 3.

Границы девиации несущей частоты ЛПД определяются резонансами эталонного резонатора (см. рис. 3а), которые возникают в тот момент, когда несущая или одна из боковых частот спектра ЛПД будут равны частоте его вынужденных колебаний $f_{ЭТ}$ (см. рис. 3б). Сигнал от эталонного резонатора поступает на варактор 2, что в итоге приводит к противоположному направлению изменения несущей частоты. Следовательно, величина

девиации частоты ЛПД равна частоте модуляции F , поступающей от генератора высокочастотных сигналов Г4-107. В том случае, когда частота ЛПД проходит полосу пропускания измерительного резонатора, на усилитель 9 поступает сигнал, имеющий форму частотной характеристики резонатора (см. рис. 3в).

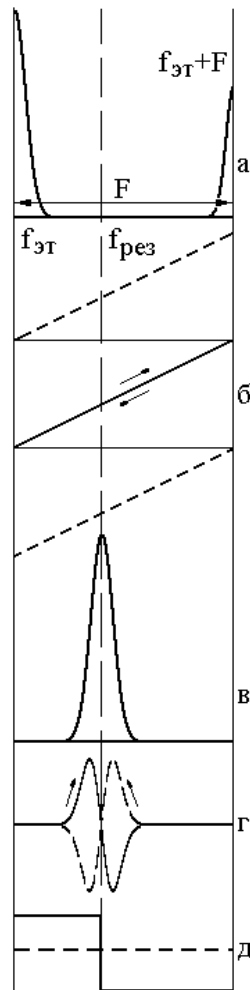


Рис. 3. Диаграммы напряжений для соответствующих точек блок-схемы, приведенной на рис. 1.

Первая производная этого сигнала обращается в нуль в момент совпадения несущей частоты ЛПД с частотой вынужденных колебаний измерительного резонатора (см. рис.3г). Поэтому в измерительную схему включено устройство дифференцирования частотной характеристики 16. Далее сигнал поступает на дискриминатор 17, в котором вырабатывается напряжение, пропорциональное расстоянию между репером и точкой, в которой изменяется знак первой производной частотной характеристики измерительного резонатора. Это напряжение и характеризует изменение резонансной частоты ОР с ячейкой 15. Все сигналы поступают на блок управления 18, к которому подключается персональный компьютер и генератор синхронизирующих импульсов 19.

Вывод

Для контроля за обработкой на микрообъектов КРС перед их криоконсервацией, которые обеспечивали бы устойчивость микрообъектов к низким температурам и повышали их оплодотворяемость после размораживания акустическими колебаниями, необходимо использовать метод измерения сдвига резонансной частоты оптического резонатора (ОР).

Список литературы

1. Вертий А. А. Экспериментальное исследование характеристик открытых резонаторов в цилиндрических оболочках / А. А. Вертий, В. Н. Деркач, Н. А. Попенко [и др.] // Украинский физический журнал. – 1978. – Т. 23, № 10. – С. 1666–1672.

2. Андросов В. П. Влияние на эффективность возбуждения открытого резонатора его параметров и связи с волноводом / Андросов В. П., Кузьмичев И. К. – Харьков: Ин-т радиофизики и электроники АН УССР, 1987. – 30 с. – (Препринт / АН УССР, Ин-т радиофизики и электроники; № 354).

3. Булгаков Б. М. Метод измерения эффективности возбуждения и вывода энергии в открытых резонаторах / Б. М. Булгаков, М. П. Натаров, В. Н. Скрасанов // Приборы и техника эксперимента. – 1988. – № 4. – С. 118–120.

4. Бессонов А. Е. Информационная медицина / А. Е. Бессонов, Е. Калмыкова. – М.: Парус, 2003. – 656 с.

5. Каменская М. А. Информационная биология / М. А. Каменская. – М.: Академия, 2006. – 368 с.

THE MONITORING SYSTEM ANALYSIS BEHIND PROCESSING OF MICROOBJECTS OF ANIMALS BY ACOUSTIC FLUCTUATIONS

N. P. KUNDENKO, Cand. Tech. Scie.

It is carried out the analysis of key parameters of elements of system of measurement of dielectric permeability of solutions with microobjects of agricultural animals

Поступила в редакцию 28.05 2012 г.