

економічними, соціальними, екологічними, технічними та іншими критеріями, але всі розрахункові показники залежать від фінансової ситуації, термінів розробки і впровадження ІС, кваліфікації користувачів та інших факторів. Тому надалі пропонується розглянути всі означені показники в динаміці розвитку з урахуванням розвитку комп'ютерних технологій.

**Список літератури:** 1. ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. 2. Петров Ю. А., Климович Е. Л., Ирюпин Ю. В. Комплексная автоматизация управления предприятием: Информационные технологии - теория и практика [Текст] / Ю.А. Петров, Е.Л. Шлимович, Ю.В. Ирюпин. - М. – Москва: Финансы и статистика, 2001-160 с. 3. ДСТУ 2941-94. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ Терміни та визначення. 4. Шеховцова, В. І. Проблема вибору та критерії оцінки засобу автоматизованого проектування [Текст] / В. І. Шеховцова // Вісник НТУ „ХП”, 2014. - №3. - С. 101-108. 5. IT-отдел и его структура. Способ доступа: <http://www.itcompanies.ru/03itotdel.html> 6. Попова, М. Рынок ИТ-услуг: за кем останутся ИТ-сервисы? [http://corp.cnews.ru/reviews/index.shtml?2008/01/11/282624\\_2](http://corp.cnews.ru/reviews/index.shtml?2008/01/11/282624_2) 7. Макконнелл, С. Сколько стоит программный проект [Текст] / С. Макконнелл. – СПб.: Питер, 2007. – 297 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. DSTU 2226-93. Automated control systems. Terms and Definitions 2. Petrov JA, Klymovych EL, Yryupyn Y. (2001) Automation Complex enterprise management: Information Technology - Theory and Practice - Moscow: Finance and Statistics, 160. 3. DSTU 2941-94. Developing of system's. Terms and definitions. 4. Shekhovtsova, V.I (2014) Problem of selection and evaluation criteria for automated design News of NTU "KPI", 3, 101-108. 5. Division of IT and its structure. Access method: <http://www.itcompanies.ru/03itotdel.html> 6. Popov, N. Market IT services: the cam останутся IT servys? [http://corp.cnews.ru/reviews/index.shtml?2008/01/11/282624\\_2](http://corp.cnews.ru/reviews/index.shtml?2008/01/11/282624_2) 7. McConnell, C. (2007). How much is a software project. Russian edition, St. Petersburg.: Peter, 297.

*Надійшла (received) 25.07.2014*

## УДК 57.087

**М. Г. САМЫНИНА**, м. н. с., Институт животноводства НААН,  
пос. Кулинич, Харьковская обл.;

**Ю. Е. МЕГЕЛЬ**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., Национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенка, Харьков

### СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ И ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АППАРАТУРЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ САМОК КРС

Проведен анализ особенностей применения методов кондуктометрии и термометрии в специализированных приборах и системах контроля репродуктивной сферы самок КРС и дана комплексная оценка возможности совместного использования в одной измерительной системе датчиков проводимости и температуры.

**Ключевые слова:** проводимость, температура, датчики, контроль репродуктивной сферы

**Введение.** Актуальность задачи проектирования и разработки электронной аппаратуры, с помощью которой можно фиксировать изменения в организме самок КРС, связанные с овуляцией, обусловлена использованием методов

© М. Г. САМЫНИНА, Ю. Е. МЕГЕЛЬ, 2014

искусственного осеменения в скотоводстве. Возможность применения кондуктометрических и термометрических датчиков в основе уже выпускаемых промышленностью и только еще разрабатываемых специализированных приборов ведет к повышению эффективности биотехнологических методов размножения [1]. В настоящее время предпринимаются попытки их совместного использования в одной измерительной системе.

Биологическое обоснование для концепции объединения датчиков электропроводности и температуры в одной измерительной системе [2, 3] дает сильная положительная коррелятивная связь кондуктометрических и температурных параметров с гормональными изменениями [4] в период от начала стадии половой охоты (ПО) до овуляции по мере роста и созревания одного-двух доминирующих фолликулов (ДФ) в яичниках самок. Проводимость слизи рассматривается как комплексный информационный параметр, отражающий происходящие физиологические изменения в организме [5, 6], который может быть использован и для оценки стадии зрелости ДФ [7]. С другой стороны, повышение температуры тела самок КРС в период ПО исследователи связывают с повышением концентраций эстрогенов в крови вследствие созревания ДФ [8].

С целью объединения датчиков электропроводности и температуры исследователями была предпринята попытка применить используемый в геодезических исследованиях проточных жидкостей безэлектродный торроидальный датчик удельной электропроводности, в конструкцию которого входит датчик температуры [3]. Из-за большого индивидуального разброса данных электропроводности этот параметр показал недостаточную точность для построения алгоритма прогноза овуляции. Различие результатов, полученных в работах [3] и [7], возможно, объясняется тем, что принцип измерения электропроводности, который используется в кондуктометрических торроидальных датчиках, отличается от принципа, используемого в двухэлектродных контактных датчиках серийных приборов определения ПО у самок сельскохозяйственных животных.

**Цель работы.** Целью данной работы являются анализ особенностей применения методов кондуктометрии и термометрии в специализированных приборах и системах контроля репродуктивной сферы самок КРС и комплексная оценка возможности совместного использования в одной системе датчиков проводимости и температуры.

**Анализ методов измерений. Кондуктометрия.** Наиболее простой способ измерения, который реализуется в промышленных образцах приборов для определения ПО у самок сельскохозяйственных животных, обеспечивает двухэлектродная схема подключения. Основными проблемами, которые мешают воспроизводимости результатов измерений при разных условиях, являются сложный характер эквивалентной схемы замещения объекта измерения и двухэлектродного кондуктометрического преобразователя [9], которая моделирует физико-химические процессы, происходящие в нем в процессе измерения, и зависимость элементов этой схемы от температуры биообъекта. Электрическая эквивалентная схема двухэлектродного подключения (при использовании металлических электродов, электрическое сопротивление которых

условно принято равным нулю) приведена на рис. 1.

Эта схема включает емкость оксидов электродов ( $C_{ок.}$ ), приэлектродный импеданс, представленный импедансом Варбурга (поляризационное сопротивление  $R_B$  и поляризационная емкость  $C_B$ , возникающие за счет диффузии ионов к поверхности электродов),

электрическое сопротивление слизи ( $R_{сл.}$ ), емкость между поверхностями электрода и слизистой оболочки ( $C_{э.-об.}$ , а также сопротивление и емкость слизистой оболочки ( $R_{сл.об.}$  и  $C_{сл.об.}$ ).

Постоянный ток для кондуктометрии биообъектов применяется в ограниченных масштабах из-за поляризационных эффектов и искажений электрического поля на участках контакта объекта с электродами. В специализированной аппаратуре измерения проводимости вагинальной слизи реализованы на переменном токе, при этом явления поляризации выражены слабее и в основном зависят от частоты тока. Поляризационное сопротивление и поляризационная емкость

$$R_B = k/\sqrt{\omega}, \quad C_B = 1/(k\sqrt{\omega}),$$

где  $k$  – постоянный коэффициент Варбурга,  $\omega$  – частота.

Учитывая то, что при высокой частоте переменного тока импеданс Варбурга и емкость оксидов электродов достаточно малы, на практике при измерениях обычно игнорируют все параметры схемы замещения, кроме импеданса среды, заключенной между электродами и включающей участок биоткани слизистой оболочки.

**Термометрия.** Базальная температура, или температура глубоко в теле – фундаментальная характеристика физиологического состояния млекопитающих, связанная с физическими, химическими и биологическими процессами в организме. При проектировании систем контроля репродуктивной функции у самок КРС на основе измерений температуры тела основную трудность представляет разработка алгоритма анализа полученных данных, который мог бы отделить температурные всплески, связанные с определенным состоянием биообъекта, от колебаний температуры, вызванных другими факторами.

Наиболее часто используемый подход предполагает использование алгоритмов обработки результатов измерений, которые в основном носят ретроспективно-сравнительный характер [8]. В этом случае измеренная величина температуры сравнивается с температурой, полученной в то же самое время днем ранее, или со средним значением температур, измеренных в предыдущие 3-4 дня. Таким образом, достигается нивелирование влияния фактора времени суток. В этом случае требуется накопление и сохранение необходимого количества данных температуры при бесперебойной работе измерительной системы.

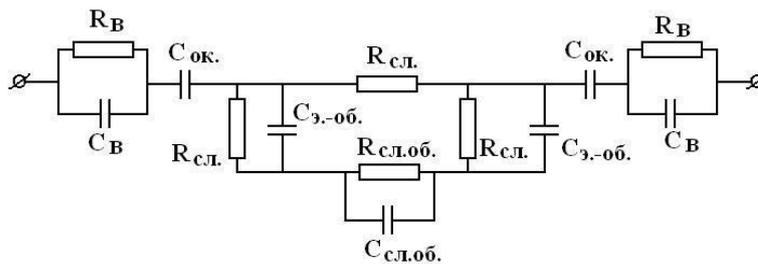


Рис. 1 – Эквивалентная схема замещения импедансометрического двухэлектродного преобразователя и среды, заключенной между электродами

Еще одним способом нивелировать влияние сторонних факторов и выделить информативную составляющую является применение дифференциальной термометрии. Теория теплопроводности предоставляет метод оценки температуры твердого тела по величине теплового потока от более нагретого участка тела в сторону менее нагретого или, другими словами, между двумя точками на разном расстоянии от поверхности тела в направлении потока тепла. Так, для стержня, нагреваемого с одного конца:

$$Q = k \cdot A \cdot (T_1 - T_2) / l,$$

где  $k$  – коэффициент теплопроводности материала;  $A$  – площадь, через которую передается тепло;  $T_1$  и  $T_2$  – температуры двух участков стержня, разделенных расстоянием  $l$ , равным длине стержня.

Для практических целей закон Фурье в таком виде применим при описании низкочастотных (период – от часа и более) процессов [10]. Его ценность для изучения температурных изменений у теплокровных обусловлена тем, плотность теплового потока находится в прямой зависимости от разности одновременно измеренных температур. Учитывая то, что температура организма зависит от множества факторов, учет либо стабилизация которых не всегда представляется возможным, при вычитании температур, измеренных одновременно, влияние этих факторов нивелируется [11].

#### **Совместное использование датчиков проводимости и температуры.**

Измерения электрического сопротивления слизи были проведены прибором

“Draminski estrous detector” (фирмы “Draminski”, Польша) (рис. 2), отчет показаний на цифровом табло которого производится в условных единицах (10 у.е. соответствуют 1 Ом, согласно паспорту прибора). В качестве температурного показателя была использована разность вагинальных температур на расстояниях 28 и 14 см от вульвы. Необходимый датчик (термодатчик) с чувствительностью 0,025 кОм/°С был изготовлен по схеме [12]. Исследования проводили на 18 подопытных лактирующих коровах молочных пород. Степень зрелости ДФ классифицировали по В.К. Кедрову в модификации І. І. Соколовської и Л.Я. Бабичевої [13]. Измерения проводили каждые 3 часа после начала ПО и через 15 часов после ее окончания с проверкой на наличие овуляции. Результаты совместных измерений датчиками проводимости и температуры в зависимости от наличия овуляции приведены в табл. 1.



Рис. 2 – Система для измерения изменений температуры (слева) и прибор “Draminski estrous detector” для измерения электрического сопротивления (справа)

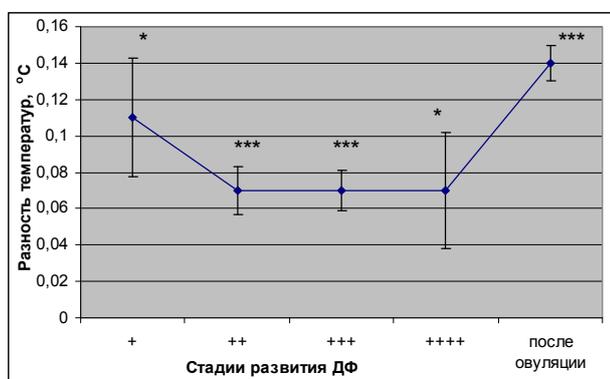
Таблица 1 – Разность температур, электрическое сопротивление слизи при наличии и отсутствии овуляции

	Овуляция зафиксирована (n=9 гол.)				Овуляция не зафиксирована (n=9 гол.)			
	Разность температур		Электрическое сопротивление		Разность температур		Электрическое сопротивление	
	M±m, °C	Cv, %	M±m, у.о.	Cv, %	M±m, °C	Cv, %	M±m, у.о.	Cv, %
В период ПО	0,08 ± 0,01***	56,3	254 ± 9***	4,0	0,05 ± 0,01**	80,2	257 ± 11***	11,9
Через 15 часов после ПО	0,13 ± 0,01***	28,4	261 ± 15***	16,1	0,09 ± 0,03*	96,1	268 ± 15***	16,1

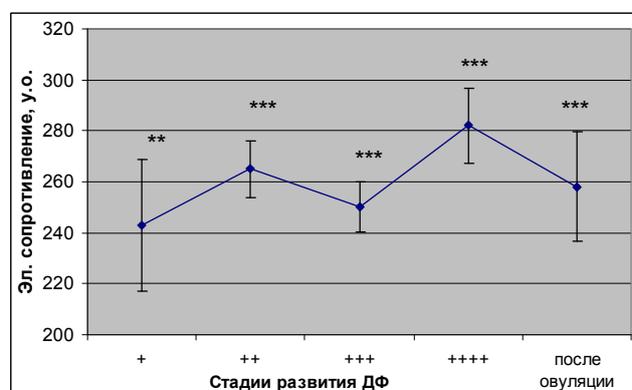
\* –  $P \geq 0,98$ , \*\* –  $P \geq 0,99$ , \*\*\* –  $P \geq 0,999$  – уровни достоверности данных.

Согласно полученным данным, коэффициент вариации электрического сопротивления был меньше, чем для разности температур. Однако, на их значения, измеренные во время охоты, не влияло последующее наличие или отсутствие овуляции. Результаты измерений не показали возможности использовать эти параметры в период ПО для прогнозирования последующей овуляции. Тем не менее, по температурному параметру во время ПО и после ее окончания было отмечено достоверное различие ( $P \geq 0,98$ ) при наличии овуляции, поэтому по изменению разности температур можно судить о произошедших изменениях в организме.

В зависимости от степени зрелости ДФ (рис. 3) только по разности температур отмечено существенно отличие значения этого параметра (рис. 3, а) после овуляции со значениями, полученными при наличии ДФ на стадиях «++» и «+++» ( $P \geq 0,999$ ). Однако, для показателя электрического сопротивления (рис. 3, б) определенной закономерности не наблюдалось.



а



б

Рис. 3 – Изменения разности температур и электрического сопротивления в соответствии со степенью зрелости ДФ

(уровни достоверности средних \* –  $P \geq 0,90$ , \*\* –  $P \geq 0,98$ , \*\*\* –  $P \geq 0,999$ )

а – изменение разности температур, б – изменение электрического сопротивления

Несмотря на то, что измерение электрического сопротивления слизи проводилось специализированным промышленным прибором, для кондуктометрического показателя экспериментально подтвержденные зависимости не были установлены. Методика использования кондуктометрического показателя для контроля репродуктивной сферы самок КРС требует доработки.

### **Выводы**

1. Проведен анализ особенностей применения методов кондуктометрии и термометрии в современных специализированных приборах и системах контроля репродуктивной сферы самок КРС. Рассмотрены ключевые вопросы измерения.

2. Оценка соответствия получаемых количественных характеристик действительному состоянию биообъекта показала определенную чувствительность температурного показателя к происходящим изменениям в организме самок КРС. Для кондуктометрического показателя экспериментально подтвержденные зависимости не установлены.

3. Результаты исследования показали недостаточную обоснованность для совместного использования датчиков проводимости и разности температур в одной системе измерения.

**Список литературы:** 1. Oestrus detection in dairy cows based on serial measurements using univariate and multivariate analysis [Text] / [Firk R., Stamer E., Junge W. and Krieter J.]. // Arch. Tierz., Dummerstorf. – 2003. – 46, №2. – P.127-142. 2. Concept study of an implantable microsystem for electrical resistance and temperature measurements in dairy cows, suitable for estrus detection [Text] / R. Morais, A. Valente, J. C. Almeida, A. M. Silva, S. Soares, M. J. C. S. Reis, R. Valentim, J. Azevedo // Sensors and Actuators A. – 2006. – 132. – P. 354–361. 3. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements [Text] / A. D. Fisher, R. Morton, J. M. A. Dempsey, J. M. Henshall and J. R. Hill // Theriogenology. – 2008. – Vol. 70, Issue 7. – P. 1065-1074. 4. Jędrzej M. Jaskowski Interrelationship between vaginal mucus resistance, rectal and vaginal temperature and preovulatory LH peak and ovulation in cows [Text] / Jędrzej M. Jaskowski // Bull. vet. Inst. Pulawy. – 1995. – № 39. – P. 43-47. 5. Leidl, W. Measurement of electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection [Text] / W. Leidl, R. Stolla // Theriogenology. – 1976. – 6. – P. 237-249. 6. Lewis, G. S. Changes in electrical resistance of vulvar tissue in Holstein cows during ovarian cycles and after treatment with prostaglandin F<sub>2α</sub>. [Text] / G. S. Lewis, E. Aizinbud, and A. R. Lehrer // Anim. Reprod. Sci. – 1989. – 18. – P. 183–197. 7. Vaginal electrical resistance and size of dominant follicle in beef cows subjected to synchronization of ovulation protocol [Text] / Tadesse M., Thiengtham J., Pinyopummin A. and Prasanpanich S. // Kasetsart J. (Nat. Sci.). – 2011. – 45. – P. 613-621. 8. Kyle, B. L. Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows [Text] / B. L. Kyle, A. D. Kennedy, J. A. Small // Theriogenology. – Vol. 49, No. 8. – June 1998. – P. 1437-1449. 9. Корневский, Н. А. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий: [Текст] / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей, С. А. Филист. – Курск: Курская городская типография., 1999. – 537 с. 10. Геращенко, О. А. Тепловые и температурные измерения: Справочное руководство [Текст] / О. А. Геращенко, В. Г. Федоров. – К. – Киев: Наукова думка, 1965. – 304 с. 11. Самынина, М. Г. Применение дифференциальной термометрии для повышения достоверности оценки температуры тела [Текст] / М. Г. Самынина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №6/5(54) – С. 30-33. 12. Самынина, М. Г. Способ построения измерительной системы для регистрации малых изменений температуры [Текст] / М. Г. Самынина // Бионика интеллекта. – Харьков. – 2008. — №1(68) – с.123-127. 13. Соколовская, И. И. Биология воспроизведения искусственного осеменения [Текст] / И. И. Соколовская, Л. Я. Бабичева. – Дубровицы, ОНТИ, 1966. – 137 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Firk, R., Stamer, E., Junge, W. and Krieter, J.* (2003). Oestrus detection in dairy cows based on serial measurements using univariate and multivariate analysis. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 46, №2, 127-142. 2. *Morais, R., Valente, A., Almeida, J. C., Silva, A. M., Soares, S., Reis, M. J. C. S., Valentim, R., Azevedo, J.* (2006). Concept study of an implantable microsystem for electrical resistance and temperature measurements in dairy cows, suitable for estrus detection. *Sensors and Actuators A*, 132, 354–361. 3. *Fisher, A. D., Morton, R., J. Dempsey, M. A., Henshall, J. M., Hill, J. R.* (2008). Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. *Theriogenology*, Vol. 70, Issue 7, 1065-1074. 4. *Jaskowski, Jędrzej M.* (1995). Interrelationship between vaginal mucus resistance, rectal and vaginal temperature and preovulatory LH peak and ovulation in cows. *Bull. vet. Inst. Pulawy*, № 39, 43-47. 5. *Leidl, W., Stolla, R.* (1976). Measurement of electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection. *Theriogenology*, 6, 237-249. 6. *Lewis, G. S., Aizinbud, E., Lehrer, A. R.* (1989). Changes in electrical resistance of vulvar tissue in Holstein cows during ovarian cycles and after treatment with prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Anim. Reprod. Sci*, 18, 183–197. 7. *Tadesse, M., Thiengtham, J., Pinyopummin, A. and Prasanpanich, S.* (2011). Vaginal electrical resistance and size of dominant follicle in beef cows subjected to synchronization of ovulation protocol. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 45, 613-621. 8. *Kyle, B. L., Kennedy, A. D., Small, J. A.* (1998). Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. *Theriogenology*, Vol. 49, No. 8, 1437-1449. 9. *Korenevskij, N. A., Popchitelev, Y. P., Filist, S. A.* (1999). Design of electronic medical equipment for the diagnosis and treatment modalities: Monography. Kursk: Kursk city typography. 10. *Gerashchenko, O. A., Fedorov, V. G.* (1965). Heat and temperature measurements: Reference. Kiev: Naukova dumka. 11. *Samynina, M. G.* (2011). Application of differential thermometer in order to improve reliability assessment body temperature. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, №6/5(54), 30-33. 12. *Samynina, M. G.* (2008). Approach to the development of the measuring system for registration of small temperature variations. *Bionics of Intelligence: Sci. Mag.*, №1(68), 123-127. 13. *Sokolovskaya, I. I., Babicheva, L. Y.* (1966). Reproductive biology of artificial insemination. Dubrovicy: ONTI.

*Поступила (received) 22.08.2014*

**УДК 336.5.02:621.3:656.71(045)**

**А. Е. АСЛАНЯН**, д-р техн. наук, проф., НАУ, Київ;  
**В. П. ЗАХАРЧЕНКО**, канд. техн. наук, проф., НАУ, Київ;  
**Н. П. СОКОЛОВА**, ст. викл., НАУ, Київ

## **УПРАВЛІННЯ СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ АЕРОПОРТІВ**

В статті пропонується вирішення проблеми ефективного управління споживанням електричної енергії аеропорту. Ефективне управління режимом електроспоживання дозволить забезпечити раціональне споживання електричної енергії об'єктами аеропортів, сприятиме вирівнюванню графіків навантаження енергетичних систем, що забезпечить їх нормальне функціонування та мінімізує затрати в умовах зростання ціни на електричну енергію.

**Ключові слова:** показники енергоефективності, управління, електрична енергія, аеропорт, теорія автоматичного управління.

**Вступ.** Раціональне використання аеропортами електричної енергії та обґрунтованість її витрат є однією з найважливіших та актуальних проблем.

Одним із шляхів економії електроенергії є вдосконалення структури управління споживанням електричної енергії. Ефективне управління режимом

© А. Е. АСЛАНЯН, В. П. ЗАХАРЧЕНКО, Н. П. СОКОЛОВА, 2014