

6. Запечников, С. В. Криптографические протоколы и их применение в финансовой и коммерческой деятельности / С. В. Запечников. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 320 с.
7. Hankerson, D. Guide to Elliptic Curve Cryptography / D. Hankerson, A. Menezes, S. Vanstone. – Springer-Verlag, 2004. – 358 p.
8. Болотов, А. А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию: Алгебраические и алгоритмические основы [Текст] / А. А. Болотов, С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. – М.: КомКнига, 2006. – 328 с.
9. Болотов, А. А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию: Протоколы криптографии на эллиптических кривых [Текст] / А. А. Болотов, С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. – М.: КомКнига, 2006. – 280 с.
10. Василенко, О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии / О. Н. Василенко. – М.: МЦНМО, 2003. – 328 с.
11. Ростовцев, А. Г. Теоретическая криптография [Текст] / А. Г. Ростовцев, Е. Б. Маховенко. – М.: Професионал, 2005. – 490 с.
12. An Elliptic Curve Cryptography (ECC). Primer why ECC is the next generation of public key cryptography. The Certicom 'Catch the Curve' White Paper Series, June 2004. – 24 с.
13. AVISPA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avispa-project.org/>.
14. Security Protocol Animator. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irisa.fr/celtique/genet/span/>.

*В статті описано алгоритм розробки програмно-апаратного комплексу визначення рівня емоційного напруження людини на основі даних шкірно-гальванічної реакції. В роботі реалізовано систему реєстрації динаміки змін шкірно-гальванічної реакції та аналізу даних з метою дослідження емоційного стану людини у відповідь на різні подразники*

*Ключові слова: емоційний стан, програмно-апаратний комплекс, шкірно-гальванічна реакція, NI LabVIEW, NI ELVIS*

*В статье описан алгоритм разработки программно-аппаратного комплекса определения уровня эмоционального напряжения человека на основе данных кожно-гальванической реакции. В работе реализована система регистрации изменений кожно-гальванической реакции и анализа данных с целью исследования эмоционального состояния человека в ответ на раздражители разного вида*

*Ключевые слова: эмоциональное состояние, программно-аппаратный комплекс, кожно-гальваническая реакция, NI LabVIEW, NI ELVIS*

## 1. Вступ

Перенапруга, важка робота, навчання та багато інших факторів викликають сильний стрес, який є причиною багатьох хвороб.

Дослідження зміни електричних властивостей шкіри при емоційній нарузі почалося ще у XIX столітті. Беручи за основу припущення Р. І. Тарханова [1] про те, що секреторна активність потових залоз впливає на електричний потенціал шкіри, на сьогоднішній день досліджується залежність динаміки шкірно-гальванічної реакції (ШГР) від таких факторів, як вагітність, розвиток ракової пухлини та ін.

УДК 621.37

# ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС АНАЛІЗУ ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ШКІРНО-ГАЛЬВАНІЧНОЇ РЕАКЦІЇ

**О. Г. Кисельова**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: [olga.mmif@gmail.com](mailto:olga.mmif@gmail.com)

**Т. В. Сорока\***

E-mail: [Graisie@meta.ua](mailto:Graisie@meta.ua)

\*Кафедра біобезпеки і відновної біоінженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Визначення шкірно-гальванічної реакції можливе двома способами:

- використовуючи зовнішній струм (метод Фере). В такому разі вимірюється опір шкіри [1];
- без використання зовнішнього струму (метод Тарханова). В такому разі вимірюються безпосередньо електричні потенціали шкіри [1].

Шкірно-гальванічна реакція може реєструватися з будь-якої ділянки тіла, але зазвичай використовуються пальці або кисті рук чи стопи [2].

Провідність шкіри залежить від кількості поту на ділянці, де прикріплені електроди. Деякі досліді використовують дану закономірність для діагностики

судомоторної дисфункції, інші – для попередження епілептичного припадку: спітнілі руки можуть бути попередженням про це.

Шкірно-гальванічна реакція є об'єктивним показником стану людини, оскільки не залежить від суб'єктивних відчуттів досліджуваного [3].

Стрес є адаптивним механізмом організму, але вимагає значних емоційних затрат. Часте психоемоційне збудження може мати такі наслідки, як ішемічна хвороба серця, артеріальна гіпертензія, а постійні розлади нервової системи можуть призводити до проблем шлунково-кишкового тракту. До психоемоційних наслідків стресу можна віднести депресію, «синдром хронічної втоми», неврози, зокрема, істерію та психостенію [4].

Навчання у вищому навчальному закладі є стресом для багатьох студентів, враховуючи проблеми з фінансами, самостійне забезпечення себе всім необхідним, велику кількість нової інформації.

Особливо напружений період відмічається під час сесії. Напруження, яке відмічається під час всього атестаційного періоду, може призвести до погіршення стану здоров'я [5]. Саме тому, моніторинг емоційного стану студентів є важливою складовою їх успішності.

## 2. Мета дослідження

Метою роботи є створення програмно-апаратного комплексу для реєстрації динаміки шкірно-гальванічної реакції та розробка системи аналізу отриманих даних.

## 3. Опис апаратної частини вимірювального комплексу

Структурна схема апаратної частини вимірювального комплексу представлена на рис. 1. В якості джерела напруги використовуються входи лабораторного вимірювального стенду NI ELVIS II:  $\pm 15\text{ V}$  [6]. Стенд NI ELVIS II в даній роботі використовується як ЦАП/АЦП.

Для реєстрації сигналу клеми приладу приєднуються до входу A0 лабораторного стенду.

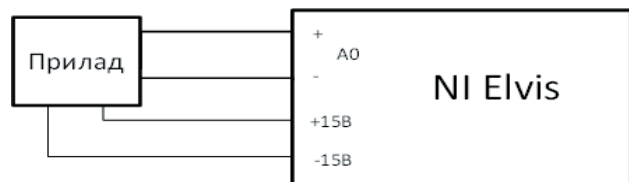


Рис. 1. Структурна схема апаратної частини вимірювального комплексу

За прототип розробленого приладу реєстрації динаміки шкірно-гальванічної реакції взято схему, що представлено на рис. 2. Клеми K1 та K2, що пред-

ставляють собою електроди, закріплюються на руці пацієнта. Потенціометр R3 призначено для встановлення сили струму через руку людини. Транзистор Q1 виступає в ролі підсилювача [7]. Клеми з двох сторін резистору R9 підключаються до входів A0 вимірювального стенду NI ELVIS II для реєстрації сигналу.

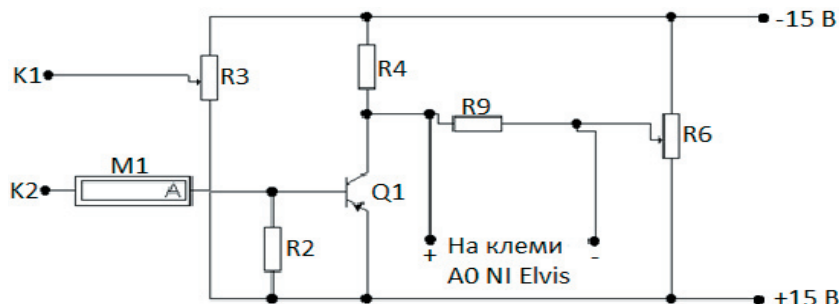


Рис. 2. Принципова схема приладу реєстрації динаміки шкірно-гальванічної реакції

У розробленому приладі використано транзистор Q1 моделі МП39.

Клеми K1 та K2 бажано закріплювати в місцях великого скупчення потових залоз. Такими є долоні, лоб або стопи.

Реальний вигляд зібраної електричної схеми приладу та її підключення до лабораторного стенду NI ELVIS II зображено на рис. 3.

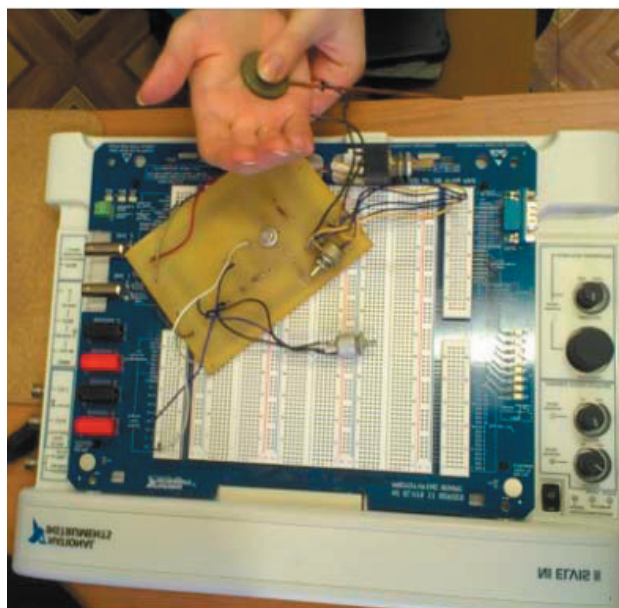


Рис. 3. Лабораторний стенд реєстрації динаміки шкірно-гальванічної реакції

## 4. Опис програмної частини системи

Реалізація програмної частини системи аналізу шкірно-гальванічної реакції розроблено у середовищі розробки лабораторних віртуальних приладів NI LabVIEW [8].

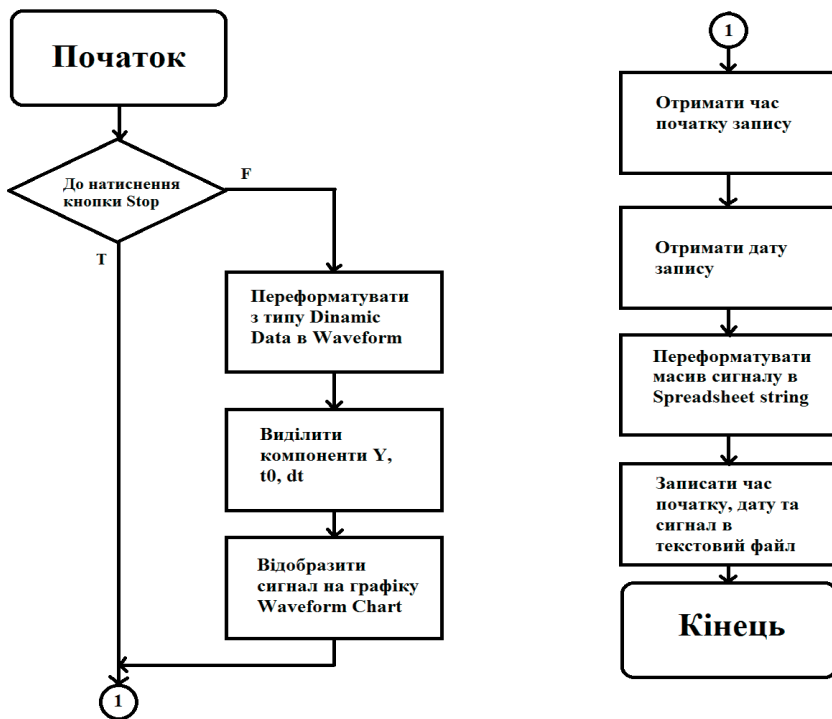


Рис. 4. Схема алгоритму роботи модуля зчитування даних з NI ELVIS II

Програмна частина складається із двох модулів. У першому модулі (рис. 4) реалізовано зчитування даних з входу A0 вимірювального стенду NI ELVIS II. Запис сигналу відбувається до натиснення на кнопку «Stop». Тип даних сигналу, що надходить зі стенду у комп'ютер, є Dynamic data, тому для зручності подальшої роботи з ним, варто конвертувати сигнал у системі NI LabVIEW в тип Waveform. Для того, щоб знати час кожного відліку, достатньо записати час початку запису сигналу, кожен наступний відлік реєструється через 0,1 секунду. Таким чином, кожен i-й відлік можна визначити як:

$$t1 = t_0 + 0,1 \cdot i, [\text{сек}]$$

З сигналу виділяються такі компоненти:  $t_0$  – початок запису сигналу,  $dt$  – час між двома послідовними відліками сигналу та  $Y$  – масив амплітуд (значення різниці потенціалів) у вольтгах.

Для того, щоб записати дані в файл, потрібно переформатувати їх

у тип даних системи NI LabVIEW Spreadsheet.

Другий модуль (рис. 5) реалізує в NI LabVIEW алгоритм фільтрації сигналу від шуму та його обробку. Оскільки дані з файлу надходять у вигляді ряду, то кожне значення конвертується в дійсне число. Для фільтрації використовується фільтр Баттерворда низьких частот з нижньою частотою зрізу у 8 Гц і верхньою у 10 Гц. Далі, кожен елемент отриманого масиву порівнюється з першим значенням, яке прийнято за значення пацієнта у стані спокою.

### 5. Опис інтерфейсу користувача системи аналізу ШГР

Графічний інтерфейс користувача розробленої системи аналізу шкірно-гальванічної реакції людини (рис. 6) містить такі компоненти як графічне та аналітичне відображення шкірно-гальванічної реакції, можливість запису у файл та значення поточної різниці потенціалів у емоційному стані.

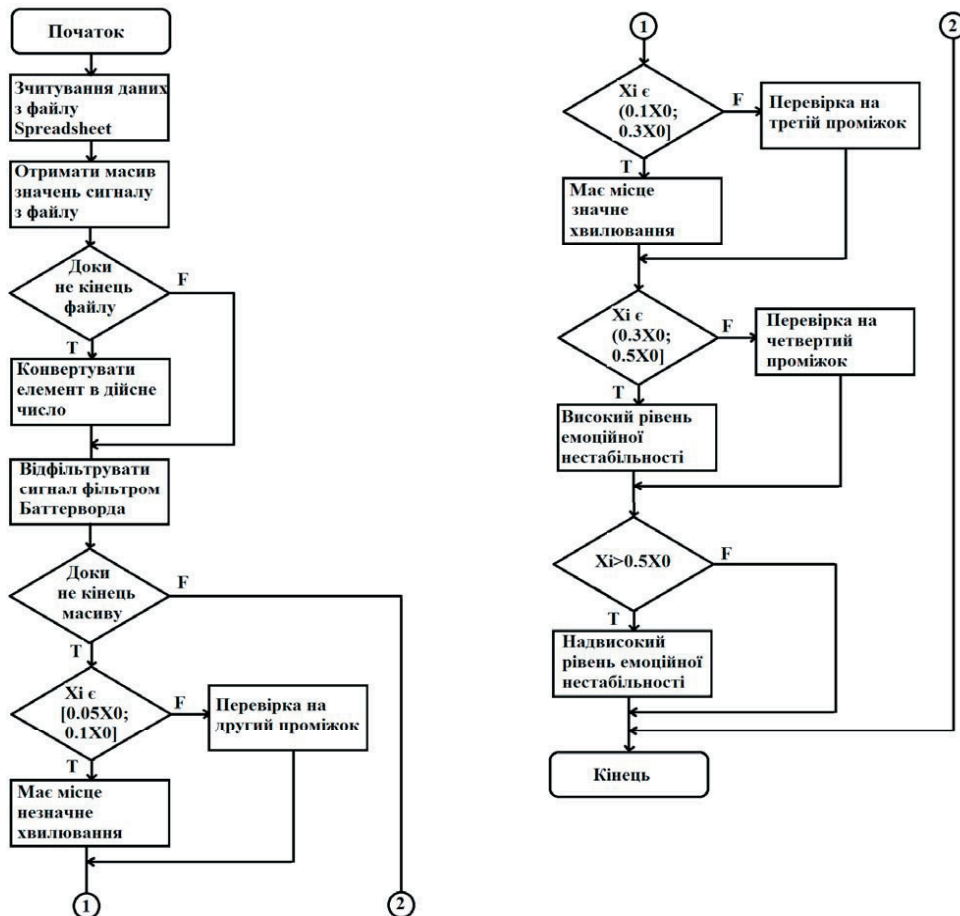


Рис. 5. Схема алгоритму роботи модуля фільтрації і обробки сигналу в середовищі NI LabVIEW

Показники «Незначне хвилювання», «Значне хвилювання», «Високий рівень емоційності», «Надвисокий рівень емоційності» відображають стан поточного значення ШГР у порівнянні з нормою (рис. 6).

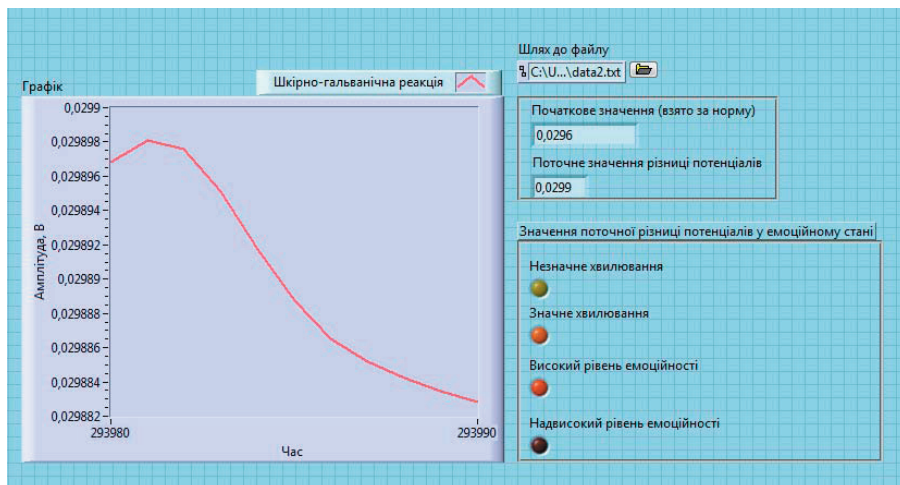


Рис. 6. Графічний інтерфейс системи аналізу шкірно-гальванічної реакції

Для запису сигналу необхідно перевірити коректність роботи NI ELVIS II, елементів схеми, увімкнення схеми приладу. Після цього запустити запис

сигналу. На графіку відобразатиметься сигнал, а саме графік зміни електричних потенціалів шкіри. При завершенні запису сигналу потрібно натиснути кнопку «Stop». Після цього відкривається вікно, в якому необхідно вказати ім'я файлу для запису сигналу. Файл-звіт може мати такі формати як \*.txt або \*.exl.

## 6. Висновки

Розроблений програмно-апаратний комплекс визначення та аналізу шкірно-гальванічної реакції людини може застосовуватися для дослідження зміни емоційного стану людини у відповідь на різні подразники, для моніторингу стану пацієнту протягом різних впливів, наприклад, різних видів терапії. Подальший розвиток дослідження полягає у розробці алгоритмів аналізу

емоційних станів на основі вдосконалення комплексу додатковими видами моніторингу, такими як реєстрація пульсової хвилі, частоти дихання тощо.

## Література

1. Кожногальваническая реакция в биометрии [Електронний ресурс]/ АНО «Абашин.ру». – Режим доступу: <http://www.abashin.ru/conferences/biometric/Vaseev.pdf> - загол. з екрану.
2. Вегетативная нервная система [Електронний ресурс]/ издательский дом «Питер» – Режим доступу: [http://www.piter.com/upload/contents/978591180960/978591180960\\_p.pdf](http://www.piter.com/upload/contents/978591180960/978591180960_p.pdf) - загол. з екрану.
3. How to Measure Galvanic Skin Response [Електронний ресурс]/ wikiHow – Режим доступу: <http://www.wikihow.com/Measure-Galvanic-Skin-Response> - загол. з екрану.
4. Стресс (медицина) [Електронний ресурс]/ Матеріал із вікіпедії – вільної енциклопедії – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81\\_\(%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0\)](http://uk.wikipedia.org/wiki/D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81_(%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0)) - загол. з екрану.
5. Мельников, В. И. Экзаменационный стресс студентов и основные методы его оптимизации [Текст] /В. И.Мельников// Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2012 - №1 – с.45 - 60
6. NI ELVIS II, NI ELVIS II+ [Електронний ресурс]/ National Instruments – Режим доступу: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/13137> - загол. з екрану.
7. Прибор для определения эмоционального состояния [Електронний ресурс]/ полезные самоделки – Режим доступу: <http://www.freeseller.ru/aelsam/medelektronika/2505-pribor-dlja-opredelenija-jemocionalnogo.html> - загол. з екрану.
8. LabVIEW System Design Software [Електронний ресурс]/ National Instruments – Режим доступу: <http://sine.ni.com/np/app/main/p/docid/nav-104/lang/ru/> - загол. з екрану.
9. Электрическое сопротивление кожи как индикатор психофизиологического состояния человека [Електронний ресурс]/ Контроль функциональной безопасности – Режим доступу: <http://skfb.ru/p111aa1.html>.
10. How to Measure Galvanic Skin Response [Електронний ресурс]/ wikiHow – Режим доступу: <http://www.wikihow.com/Measure-Galvanic-Skin-Response> - загол. з екрану.
11. A Stress Sensor Based on Galvanic Skin Response (GSR) Controlled by ZigBee [Електронний ресурс]/ US National Library of Medicine – Режим доступу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3386730/> - загол. з екрану.
12. GSR EDA GALVANIC SKIN RESPONSE AMPLIFIER - GSR100C [Електронний ресурс]/ BIOPAC – Режим доступу: <http://www.biopac.com/gsr-eda-galvanic-skin-response-amplifier-electrodermal-activity> - загол. з екрану.
13. Galvanic Skin Response Correlates of Different Modes of Experiencing [Електронний ресурс]/ The Gendlin Online Library – Режим доступу: <http://www.biopac.com/gsr-eda-galvanic-skin-response-amplifier-electrodermal-activity> - загол. з екрану.
14. Skin Resistance and Galvanic Skin Response [Електронний ресурс]/ JAMA Psychiatry – Режим доступу: <http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=488197> - загол. з екрану.