

на уроках математики, слід пам'ятати, що комп'ютер лише засіб, який допомагає в навчанні, що він не повинен звільнити учня від роздумів. Комп'ютер повинен звільнити учня тільки від механічної знайомої роботи і звільнити час для роздумів та творчого пошуку.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій підвищує ефективність процесу навчання, дозволяє економити навчальний час, працювати в зручному для учня темпі, створювати умови для самостійного отримання учнями знань, забезпечувати реалізацію принципів розвиваючого навчання, створювати комфортне середовище для навчання.

У подальшому планується розглянути можливості використання ППЗ при розв'язуванні задач на побудову, зокрема методом геометричних місць.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Потоскуев Е.В. В единстве логической и графической культуры залог решения геометрических задач/ Е.В.Потоскуев // Математическое образование. – №1 (61). – 2012. – С.30-40.
2. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень. – К.: Поліграфкнига, 2010. – 34 с.
3. Четверухин Н.Ф. Стереометрические задачи на проекционном чертеже/ Н.Ф.Четверухин. – М.: Учпедгиз, 1952. – 130 с.
4. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках геометрії: Посібник для вчителів/ М.І.Жалдак, О.В.Вітюк. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2000. – 168 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Ботузова Юлія Володимирівна** – вчитель математики КЗ «Педагогічний ліцей» Кіровоградської міської ради, кандидат педагогічних наук.

*Коло наукових інтересів:* проблема організації самостійної роботи студентів та учнів з використанням дистанційного навчання, використання педагогічних програмних засобів у навчанні математики.

## ЛОГІЧНИЙ ПРОТОКОЛ “НП-01” ЯК СКЛADOVA СТАНДАРТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

**Степан ВЕЛИЧКО, Сергій КОВАЛЬОВ, Юрій КОВАЛЬОВ,  
Олеся КОВАЛЬОВА**

*В статті розглянуто логічний протокол “ED-01”, що дозволяє систематизувати розробку та використання навчального фізичного обладнання на основі мікроконтролерних систем.*

*The paper considers a logical record "NP-01", which allows to systematise the development and use of educational physical equipment based microcontroller systems.*

**Постановка проблеми.** Збільшення об'єму інформації, з яким має справу людина у різних сферах життєдіяльності особливо в тих, де використовуються ІКТ, вимагає систематизації і упорядкованості як інформації, так і взаємодії з нею. Одним із можливих варіантів систематизації складних процесів є розробка правил поведінки системи, які об'єднуються в так звані протоколи.

**Аналіз стану проблеми.** Якщо проаналізувати розробку та використання різноманітних зразків сучасного фізичного навчального обладнання, що реалізоване на основі ІКТ, то можна помітити в ньому низку спільних ознак як з точки зору

методики їх використання в навчальному процесі, так і в їх конструюванні та виготовленні. З одного боку в методичному аспекті сучасні засоби навчання використовують такі достатньо досліджені з методичної точки зору пристрої, як комп'ютер, мультимедійна дошка, принтер і т.д., а з іншого боку в технічному аспекті таке обладнання в переважній більшості побудоване на основі мікроконтролерних систем, які при всій своїй різноманітності реалізовані в площині стандартів і протоколів низького рівня та мають низку однотипних периферійних вузлів, наприклад, таких як:

- аналого-цифровий перетворювач (АЦП), що забезпечує під'єднання до цифрового обладнання різноманітних датчиків та вимірювальних систем;
- цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), що забезпечує формування на вихідних клемках обладнання різноманітних складних електричних аналогових сигналів в тому числі і гармонійних коливань різної частоти;
- порти вводу/виводу, що забезпечують функціонування усіх периферійних пристроїв та електронних ключів і елементарних датчиків;
- таймери, що забезпечують вимірювання різноманітних інтервалів часу в широкому діапазоні часових інтервалів, починаючи від нано секунд і закінчуючи десятками годин.
- блоки забезпечення передачі інформації між різними модулями, що реалізовані на основі таких розповсюджених протоколів низького рівня, як: USB, UART, SPI, I2C, та ін.

**Основний матеріал.** Проаналізувавши таку ситуацію та врахувавши власний багаторічний досвід розробки навчального обладнання, у нас виникла ідея розробити логічний протокол, який ми назвали "НП-01" (Н – навчальні, П- прилади, 01- номер розробки), що представляє собою логічну модель взаємодії між програмним забезпеченням (ПЗ) комп'ютера та навчальних приладів, що розроблені з використанням мікроконтролерних систем. Основною ідеєю розроблення такого протоколу є стандартизація процесу взаємодії між ПЗ різноманітного навчального фізичного обладнання в тому числі і ПЗ комп'ютера.

Протокол "НП-01" передбачає: модель передачі експериментальних даних у єдиному форматі між різними вузлами обладнання, ПЗ якого підтримує цей протокол, а також "НП-01" пропонує систему команд, запитів та відповідей, що реалізують у єдиному форматі:

- модель вимірювання значень різних фізичних величин з використанням АЦП та відповідних датчиків, що перетворюють значення вимірюваного параметра в електричний сигнал;
- модель точного вимірювання інтервалів часу, що характеризує перебіг різноманітних фізичних процесів;
- модель керування такими активними елементами у навчальному обладнанні, як: нагрівальний елемент, джерело світла, джерло живлення, електродвигун, електрореле, електромагніт та ін, що, на нашу думку, повною мірою відображають всю гаму функціоналу фізичного обладнання, яке використовується в навчальному процесі.

Використання запропонованого нами протоколу "НП-01" дозволить надалі розробникам в своєму творчому пошуці використовувати вже існуючі зразки обладнання, що також реалізують протокол "НП-01" і для цього їм достатньо буде використати лише команди протоколу, а не потрібно буде детально вивчати принцип організації роботи кожної складової використовуваного зразка обладнання. За таких умов різним незалежним групам науковців не потрібно буде двічі проходити один і той самий шлях у розробці подібних незалежних вузлів навчального обладнання та

ПЗ до нього. Така ситуація відкриває нові можливості і при розробці лабораторних та демонстраційних установок, які складаються з окремих зразків обладнання, що може використовувати під час експерименту єдиний формат обміну даних чи мати єдину централізовану сисему керування на базі одного комп'ютера чи одного "Ведучого" пристрою.

Ми запланували опублікувати низку статей, що повною мірою розкриють зміст використання розробленого і запропонованого нами протоколу "НП-01", який може бути використаний за бажанням будь-яким науковцем, що займається розробкою навчального обладнання. Дана стаття є першою, з тих, що ми запланували опублікувати і присвячена вона розкриттю змісту тієї частини протоколу "НП-01", яка забезпечує модель вимірювання значень фізичних параметрів за допомогою АЦП та різноманітних датчиків, що працюють з ним у парі. Зазначений АЦП має входити до складу мікроконтролерної системи на основі якої реалізується процес передачі емпіричних даних по логічному протоколу "НП-01" до ПЗ комп'ютера, чи до ПЗ іншого пристрою, що підтримують цей протокол.

Хоча протокол "НП-01" не передбачає використання конкретного способу підключення обладнання до комп'ютера, але як приклад, ми пропонуємо підключати обладнання до USB порту комп'ютера за допомогою мікросхеми FT232, яка представляє собою віртуальний "COM" порт і дозволяє обмінюватись з комп'ютером даними через протокол низького (фізичного) рівня UART зі швидкістю до 3 Мбіт/сек. Кожен байт переданий через UART ПЗ комп'ютера і приладу може інтерпритувати як символ, а відповідно такий обмін дозволяє передавати від комп'ютера до приладу і навпаки різноманітні речення у відповідності до таблиці 3, що інтерпретуються ПЗ як команди, запити, відповіді та інші дані у відповідності до протоколу "НП-01".

У статті запропоновано протокол "НП-01" версії: 201411, ми передбачаємо, що в протокол з часом будуть внесені деякі доповнення, але які не будуть суперечити поточній версії.

Розглянемо детальніше синтаксис формування даних, що передбачений у протоколі "НП-01". Кожна команда від комп'ютера до приладу починається з символів "Q:" і закінчується символом "!", кожен запит від комп'ютера до приладу починаються з символів "Q:" і закінчуються знаком "?". Усі відповіді від приладу до комп'ютера починаються символами "A:" і закінчуються символом ";".

Кожен символ, а не *індекс* у таблиці 3 визначається байтом і інтерпретується у відповідності до таблиці ASCII коду, а *індекси* інтерпретуються у звичайному двійковому коді.

В режимі вимірювання приладом фізичних параметрів за допомогою блоків АЦП наявних у приладі, *система*, в яку входить програмне забезпечення (ПЗ) комп'ютера, і приладу може працювати в двох режимах: **Config**, **Traffic**.

В режимі **Config**, ПЗ комп'ютера надсилає запити і команди, адресовані *ПЗ приладу* (у відповідності до таблиці 3), які дозволяють налаштувати як окремо взяте АЦП приладу так і принцип динамічної взаємодії усіх АЦП приладу з метою забезпечення їх правильного функціонування і передачі вимірюваних даних до ПЗ комп'ютера. Режим **Config** є стартовим режимом після увімкнення приладу, а також може бути обраний за допомогою команди: "Q: ADC STOP!". В режимі **Config** серед команд (таблиці 3) орієнтованих на блоки АЦП ігнорується команда: "Q: ADC STOP!". Перехід з режиму **Config** в режим **Traffic** відбувається після вдалого отримання ПЗ приладу від ПЗ комп'ютера команди: "Q: ADC START!".

В режимі **Traffic** ПЗ приладу передає вимірювані експериментальні дані до ПЗ комп'ютера у відповідності до одного вибраного режиму роботи, який описано в табл. 4 та у відповідності до тих налаштувань, які були виконанні ПЗ комп'ютера, коли

система перебувала у режимі **Config**. В режимі **Traffic** всі команди, що орієнтовані на роботу з АЦП, ігноруються ним за виключенням команд: “**Q: ADC RUN?**”, “**Q: ADCn ACTIVE!**”, “**Q: ADCn PASIVE!**” та “**Q: ADC STOP!**”. В режимі **Traffic** відповіді на команди, що не ігноруються та на команди, що не орієнтовані на роботу з АЦП, обгортаються парами байт зі значенням 255 (приклад: 255 255 **відповідь** 255 255).

Усі АЦП, що наявні у пристрої можуть бути *активними*, тобто такими, яким дозволено виконання вимірювання та *неактивними*, яким заборонено вимірювання. Перевести АЦП в *активний* стан можна за допомогою команди: “**Q: ADCn ACTIVE!**”, а в пасивний – за допомогою команди: “**Q: ADCn PASIVE!**”. Тільки *активні* АЦП можуть передавати дані в одному з режимів, що описано в табл. 4, серед яких реалізується і пакетна передача даних (Рис. 1).

*Пакет даних* – це логічно вибудована множина байтів, які отримані в процесі вимірювання одним АЦП. При пакетній передачі даних (у таблиці 4 це режими: **E, F, G, H, I**.) усі АЦП передають до ПЗ приладу потік експериментальних даних, з яких ПЗ приладу формує дійсні і недійсні пакети даних. Усі недійсні пакети, ПЗ приладу не передає до комп’ютера. Пакети даних ПЗ приладу вважає дійсними, якщо вони не порушують *таких правил*:

1) Якщо будь-які два послідовні значення *a* і *b* вимірюваного параметра з розглядуваного пакету даних підставити у формулу:

$$L = (|a - b| * 100) / (Val_{max}),$$

де *Val<sub>max</sub>* – це максимальне значення сигналу, що може бути виміряне АЦП в даному режимі його роботи.

Тоді отримане значення *L* повинно бути менше за величину *LIM*, яка заздалегідь (в режимі **Config**) сконфігурована у відповідності до таблиці 2.

2) Передаючий блок приладу є незайнятий на момент початку передачі пакету до ПЗ комп’ютера.

При пакетній передачі даних в режимі **Traffic** група АЦП, що приймає участь у передачі даних може динамічно, не виходячи з режиму **Traffic**, доповнюватись і зкорочуватись за допомогою команд: “**Q: ADCn ACTIVE!**” і “**Q: ADCn PASIVE!**”. Найменше значення активних АЦП в режимі **Traffic** може бути рівним *n = 1*, при цьому коли *n = 1* команда: “**Q: ADCn PASIVE!**” повинна ігноруватись *ПЗ приладу*.

В таблиці 3 використовується низка термінів, а саме:

*частота вибірки* – кількість вимірювань, які виконує АЦП за одну секунду;

*лічильник часових інтервалів* – лічильник інтервалів часу, що використовується у приладах для визначення точного часу, коли відбулася подія вимірювання сигналу (вибірка АЦП).

В таблиці 3 наведено систему *команд, запитів та відповідей*, призначених для роботи з АЦП. В таблиці 3 *індекси: m і n* є натуральні числа.

Таблиця 1

Індекс	Розмір пакета передачі даних
0	1 (за замовчуванням)
1	2
2	3
3	10
4	50
5	100
6	200
7	600

Таблиця 2

Індекс	Значення ЛІМ
0	2% (за замовчуванням)
1	5%
2	10%
3	20%
4	50%
5	100%

Таблиця 3

Код:	Повідомлення:
0	Запит: <b>Q: ADC?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: yes n;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яка кількість АЦП наявних у пристрої? До кожного з АЦП можна звертатися по індексу <b>0, 1, 2 ...</b> . <b>Відповіді:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>n</b> – кількість АЦП.
1	Запит: <b>Q: ADCn BIT?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яка розрядність АЦП? <b>n</b> – індекс АЦП. <b>Відповіді:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>n</b> – розрядність (біт) АЦП.
2	Запит: <b>Q: ADCn ERROR?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яка похибка вимірювання? де <b>n</b> – індекс АЦП. <b>Відповіді:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>n</b> – значення максимального відхилення від чисельного значення вимірюваної величини.
3	Запит: <b>Q: ADCn RATE?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n<sub>0</sub>n<sub>1</sub>s<sub>1</sub>, ..., n<sub>0x</sub>n<sub>1x</sub>s<sub>x</sub>;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> які частоти вибірки підтримує АЦП? <b>n</b> – індекс АЦП, за замовчуванням використовується найменше можливе значення з доступних значень. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; через “,” надсилаються групи - <b>n<sub>0</sub> n<sub>1</sub> s</b> , де кожна з груп визначає частоту вибірки і обчислюється за формулою: <b>v = (n<sub>0</sub> * 100 + n<sub>1</sub>) * 10<sup>s</sup></b> ;
4	Запит: <b>Q: ADCn RATE m!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> задати частоту вибірки! <b>n</b> – індекс АЦП, <b>m</b> – індекс значення частоти в послідовності, яка утворюється в результаті запиту (3). <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.
5	Запит: <b>Q: ADCn RATE:?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: m;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яке поточне значення частоти вибірки, <b>n</b> – індекс АЦП. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>m</b> – номер значення частоти у послідовності, яка приходить у відповідь на запит (3).

6	Запит: <b>Q: ADC MODE?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: x,x,...x;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> які режими передачі даних підтримує пристрій? <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>x,x,...x</b> – послідовність літер кожна з яких відповідає одному з режимів передачі даних, що наведено в таблиці 4.
7	Запит: <b>Q: ADC MODE:?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: x;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> який поточний режим передачі даних? <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>x</b> – літера, що відповідає вибраному режиму передачі даних у відповідності до таблиці 4.
8	Команда: <b>Q: ADCn MODE x!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> вибрати режим передачі даних! <b>n</b> – індекс АЦП, <b>x</b> – літера, що характеризує режим передачі даних відповідно до таблиці 4. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана, <b>ok</b> – команда виконана.
9	Команда: <b>Q: ADCn ACTIVE!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> активація АЦП! <b>n</b> – індекс АЦП. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана, <b>n ok</b> – команда виконана, де <b>n</b> – номер АЦП, що надіслав відповідь.
10	<b>Q: ADCn PASIVE!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n no; A: n ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> деактивація АЦП. <b>n</b> – індекс АЦП <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана; <b>n no</b> – команда не виконана, <b>n ok</b> – команда виконана. <b>n</b> – індекс АЦП, що надіслало відповідь.
11	Запит: <b>Q: ADCn STATE?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n no; A: n ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> Запит чи активний АЦП. <b>n</b> – індекс АЦП <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана, <b>n no</b> – АЦП пасивний, <b>n ok</b> – АЦП активний; де <b>n</b> – номер АЦП, що надіслало відповідь.
10	Команда: <b>Q: ADC PAS!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> деактивація усіх АЦП. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>ok</b> – команда виконана.
12	Запит: <b>Q: ADC RUN?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: C; A: T;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> який стан процесу передачі даних. <b>Відповідь:</b> <b>no</b> - запит не виконано; <b>C</b> – <b>Config</b> стан, <b>T</b> – <b>Traffic</b> стан.
13	Команда: <b>Q: ADC START!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> почати передачу даних. (перехід в стан – <b>Traffic</b> ) <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.
14	Команда: <b>Q: ADC STOP!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> зупинити передачу даних. (перехід в стан – <b>Config</b> ) <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.

16	Запит: <b>Q: ADC PACK?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> який поточний розмір пакета передачі даних. <b>Відповідь: no</b> - запит не виконано; <b>n</b> – індекс див. таблиця 3.3.
17	Команда: <b>Q: ADC PACK: n!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> задати розмір пакета передачі даних. <b>n</b> – індекс див. таблиця 1. За замовчуванням <b>n=0</b> ; <b>Відповідь: no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.
18	Запит: <b>Q: ADC LIMIT?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яка межа відмінності у відсотках між двома сусідніми значеннями у пакеті даних коли пакет вважається дійсним? <b>Відповідь: no</b> – запит не виконано; <b>n</b> – індекс див. таблиця 1.
19	Команда: <b>Q: ADC LIMIT: n!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> задати поточну критичну межу відмінності у відсотках між двома сусідніми значеннями у пакеті даних коли пакет вважається дійсним? <b>n</b> – індекс див. таблиця 1. <b>Відповідь: no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.
20	Запит: <b>Q: ADC CLOK?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n<sub>0</sub>n<sub>1</sub>s<sub>1</sub>, ..., n<sub>0x</sub>n<sub>1x</sub>s<sub>x</sub>;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> які частоти <b>v</b> імпульсів можуть подаватись на лічильник часових інтервалів? За замовчуванням використовується найменше можливе значення з доступних значень. <b>Відповідь: no</b> – запит не виконано; через “,” надсилаються групи - <b>n<sub>0</sub> n<sub>1</sub> s</b> , де кожна з груп визначає одне із значень <b>v</b> , яке обчислюється за формулою: $v = (n_0 * 100 + n_1) * 10^s;$ У байті <b>s</b> модуль цього числа визначають лише перші сім біт а старший восьмий біт визначає знак. Якщо старший біт рівний 1 то число від’ємне, якщо 0 то число додатне.
21	Команда: <b>Q: ADC CLOK m!</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b>
	Пояснення: <b>Команда:</b> задати поточну частоту <b>v</b> імпульсів що подаються на лічильник часових інтервалів! <b>m</b> – індекс значення <b>v</b> у послідовності, що є відповіддю на запит (20). <b>Відповідь: no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.
22	Запит: <b>Q: ADC CLOK:?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: m;</b>
	Пояснення: <b>Запит:</b> яка поточна частота імпульсів подається на лічильник часових інтервалів? <b>Відповідь: no</b> – запит не виконано; <b>m</b> – індекс значення <b>v</b> у послідовності, що є відповіддю на запит (20).

23	Запит: <b>Q: ADCn VAL?</b>
	Відповіді: <b>A: no; A: n<sub>0</sub>n<sub>1</sub>s<sub>1</sub>, ..., n<sub>0x</sub>n<sub>1x</sub>s<sub>x</sub>;</b>
	<p>Пояснення:  <b>Запит:</b> які максимальні значення <b>Val<sub>max</sub></b> вимірювання сигналу у вольтах підтримує АЦП? <b>n</b> – індекс АЦП, за замовчуванням використовується найменше можливе значення з доступних значень.  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; через “,” надсилаються групи - <b>n<sub>0</sub> n<sub>1</sub> s</b>, де кожна з груп визначає одне із значень <b>Val<sub>max</sub></b>, що обчислюється за формулою:  <math display="block">Val_{max} = (n_0 * 100 + n_1) * 10^s;</math> У байті <b>s</b> модуль цього числа визначають лише перші сім біт а старший восьмий біт визначає знак. Якщо старший біт рівний 1 то число від’ємне, якщо 0 то число додатне.</p>
24	Команда: <b>Q: ADCn VAL m!</b>
	<p>Відповіді: <b>A: no; A: ok;</b></p> <p>Пояснення: <b>Команда:</b> задати <b>Val<sub>max</sub>!</b> <b>n</b> – індекс АЦП, <b>m</b> – індекс значення частоти в послідовності, яка утворюється в результаті запиту (23).  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – команда не виконана; <b>ok</b> – команда виконана.</p>
25	Запит: <b>Q: ADCn VAL:?</b>
	<p>Відповіді: <b>A: no; A: m;</b></p> <p>Пояснення: <b>Запит:</b> яке поточне значення <b>Val<sub>max</sub></b>, <b>n</b> – індекс АЦП.  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>m</b> – номер значення частоти у послідовності, яка приходить у відповідь на запит (23).</p>
26	Запит: <b>Q: ADCn NAME?</b>
	<p>Відповіді: <b>A: no; A: “Name”;</b></p> <p>Пояснення: <b>Запит:</b> яке ім’я АЦП? <b>n</b> – індекс АЦП.  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>Name</b> – ім’я АЦП, довільна послідовність символів, що не перевищує 20 символів при чому в цій послідовності не може бути символу: ”</p>
27	Запит: <b>Q: ADCn PARAM?</b>
	<p>Відповіді: <b>A: no; A: “Name”;</b></p> <p>Пояснення: <b>Запит:</b> яка назва параметра, що вимірює АЦП, <b>n</b> – індекс АЦП.  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>Name</b> – назва параметра, що вимірює АЦП, довільна послідовність символів, що не перевищує 20 символів при чому в цій послідовності не може бути символу: ”</p>
28	Запит: <b>Q: ADCn TEXT?</b>
	<p>Відповіді: <b>A: no; A: “Os”, “Ov”, “Ot”;</b></p> <p>Пояснення: <b>Запит:</b> який текст представлення АЦП? <b>n</b> – індекс АЦП.  <b>Відповідь:</b> <b>no</b> – запит не виконано; <b>“Os”, “Ov”, “Ot”;</b> <b>Os</b> – назва осі (Y), набір символів не більше 20шт, що відображається в ПЗ комп’ютера, <b>Ov</b> – назва одиниць вимірювання, набір символів на більше 20шт, що відображаються в ПЗ комп’ютера, <b>Ot</b> – назва графіку, набір символів не більше 120шт, що відображається при побудові графіку в ПЗ комп’ютера,</p>



Таблиця 4

Режим	Пояснення
A	В режимі <b>A</b> до ПЗ комп'ютера передається байт від 8 розрядного АЦП, що отримав команду активізації останнім, після чого система переходить в стан <b>Config</b> . <b>Режим a використовується за замовчуванням</b> . Якщо частота передачі даних менша за частоту вибірки то режим <b>A</b> не підтримується.
B	В режимі <b>B</b> до ПЗ комп'ютера передається 2 байти від 16 розрядного АЦП, що отримав команду активізації останнім, після чого система переходить в стан <b>Config</b> . Якщо частота передачі даних менша за частоту вибірки то режим <b>B</b> не підтримується.
C	В режимі <b>C</b> дані до ПЗ комп'ютера передаються неперервно від одного 8 розрядного АЦП, що отримав команду активізації останнім. Система в стан <b>Config</b> переходить лише після отримання відповідної команди: <b>Q: ADC STOP!</b> . Якщо частота передачі менша за частоту вибірки то режим <b>C</b> не підтримується.
D	В режимі <b>D</b> від останнього активізованого АЦП передаються три байти до ПЗ комп'ютера, які характеризують одне вимірювання у відповідності до Рис. 2. Після чого система переходить стан <b>Config</b>
E	В режимі <b>E</b> система працює подібно до режиму <b>D</b> за виключенням того, що після передачі до <b>ПЗ комп'ютера</b> групи з трьох байт система не переходить в стан <b>Config</b> а продовжує циклічно передавати три-байтні групи даних, що характеризують процес вимірювання як неперервний. Перехід в стан <b>Config</b> відбувається лише по команді: <b>“Q: ADC STOP!”</b> .
F	В режимі <b>F</b> всі активізовані АЦП передають по черзі пакети даних до ПЗ комп'ютера відповідно до свого індексу від 0 до n. Після передачі пакету з найбільшим індексом система переходить в стан <b>Config</b> . Якщо до АЦП підійшла черга передавати пакет даних, а пакет є незформованим то таке АЦП пропускає свою чергу.
G	В режимі <b>G</b> система працює подібно до режиму <b>F</b> за виключенням того, що після передачі <b>пакету даних</b> до <b>ПЗ комп'ютера</b> від АЦП з найбільшим індексом, передача відповідних нових даних повторюється. При цьому процес передачі триває циклічно до моменту коли система не отримає команду: <b>Q: ADC STOP!</b> , в результаті якої процес передачі даних відразу зупиняється а система переходить в стан <b>Config</b> .
H	В режимі <b>H</b> система передає один раз пакет даних до ПЗ комп'ютера від АЦП, яке було активізовано останнім, а після чого переходить в стан <b>Config</b> .
I	В режимі <b>I</b> система передає циклічно пакети даних до ПЗ комп'ютера від одного АЦП, яке було активізовано останнім. Перехід в стан <b>Config</b> відбувається лише по команді – <b>Q: ADC STOP!</b> .



Рис. 1. Зображення потоку даних при пакетній організації передачі даних. На рисунку номер 1...N відповідає послідовності даних, що були виміряні тим АЦП, шапка з номером якого слідує за групою емпіричних даних



Рис. 2. Розміщення даних в трибайтних групах, характерних для роботи системи АЦП в режимах: **D**, **E**. Літерою **A** на рисунку позначають біти, що відповідають числу виміряному АЦП, а літерою **t** біти, що характеризують значення інтервалу часу, що зафіксований лічильником в момент виконання вимірювання. Цифри біля літер вказують на порядок даного біту у відповідному числі. Біт **B** рівний 0 якщо період вибірки АЦП менший за період рахунку лічильника часових інтервалів від 0 до максимального значення.

Автори статті готові співпрацювати з іншими науковцями з метою доповнення та усунення недоліків у протоколі “НП-01”.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Величко Степан Петрович** – доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Ковальов Юрій Григорович** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету.

**Ковальов Сергій Григорович** – інженер-програміст конструкторського бюро по проектам науково-виробничого підприємства “Радій” м. Кіровоград.

**Ковальова Олеся Сергіївна** – викладач фізики Кіровоградського професійного ліцею побутового обслуговування.

*Коло наукових інтересів:* створення та використання алгоритмічних підходів у розробці сучасного навчального обладнання.