

Рис. 6. Моделирование прочностных свойств горного массива

Как показывает опыт, использование программных решений на базе ГИС K-MINE при проектировании и ведении БВР накарьера позволяет повысить качество подготовки горной массы, в несколько раз сократить время на проектирование, на 3-5% снизить затраты на буровые и взрывные работы.

#### Список литературы

1. **Кутузов Б.Н.** Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности), ч. II. Учебник для ВУЗов. 3-е изд. перер. и дополн. / Б.Н. Кутузов. – М.: МГУ, 1994. – 446 с.
2. **Хоменко С.А., Барановский С.С.** Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ на базе ГИС K-MINE. Сборник докладов научно-практического семинара «SVIT GIS-2010». / С.А. Хоменко, С.С. Барановский–Кривой Рог: 2010. –278 с.

Рукопись поступила в редакцию 16.03.14

УДК 622.233

О.В. МИКИТИН, М.С. ЧЕРНЮК, студенты, Криворізький національний університет

## ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ТЕХНІКИ З ВЕЛИКИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Наведено короткий огляд найбільш поширених до цього часу мікроконтролерів, їх характеристики, основні переваги й недоліки.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Розвиток робототехніки займає провідне місце у прогресуванні економіки, електроніки та техніки. Використання великих механізмів на заводах та підприємствах вже поступово знижується, адже їх досить впевнено замінюють невеликі пристрої - мікроконтролери [6]. Найбільшого розповсюдження набули мікроконтролери Arduino, Maple та CubieBoard. Незважаючи на це, інформація про їх застосування є доволі скупою.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Після огляду публікацій про мікроконтролери [1-4], було зроблено висновки, що в них недостатньо повно демонструється їх основні можливості та приклади їх наглядного використання.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є детальний огляд та аналіз мікроконтролерів Arduino, Maple та Cubieboard, їх порівняльних характеристик при виконанні задач.

**Викладення матеріалу та результати.** За останніми даними, в світі працюють 1,8 млн. роботів, різними за потребами - моделювання великих промислових, технологічних процесів,

використання роботів у побуті, роботи-автомати, роботи-іграшки.

Розвиток робототехніки напряму пов'язаний із розвитком мікроконтролерів. Наразі існує декілька видів мікроконтролерів: Arduino, Raspberry Pi, CubieBoard, Gooseberry, APC Rock, Maple, OLinuXino, Hackberry. Особливої популярності набирають саме Arduino, Maple та CubieBoard, проте інформації про них на інтернет-ресурсах недостатньо. Стаття призначена для інформатизації і залучення до творчості більш широкого кола людей.

**Arduino** - це апаратна обчислювальна платформа (рис. 1, детальна характеристика та розміри вказані у таблиці 1), основними компонентами якої є плата вводу/виводу та середовище розробки на мові Processing/Wiring. Плата Arduino сповна використовується як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і для підключення до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Детальна інформація про цю плату знаходиться у відкритому доступі[8], тому вона сповна може використовуватися для створення своїх власних плат на основі Arduino.

Arduino дозволяє звичайному комп'ютеру вийти за рамки віртуального світу у реальний та взаємодіяти з ним. Платформи на базі Arduino співпрацюють з різними датчиками для отримання інформації про навколишнє середовище, а також можуть управляти різними виконавчими пристроями[7].

Плати Arduino - це сучасний електронний конструктор для людей, які цікавляться і захоплюються розробкою механізмів, приладів, конструюванням робототехніки. Спеціалізовані роботи з даною платформою наразі лише почали активно прогресувати, але при цьому цим займається доволі велика кількість людей, як своїм хобі. Причому хобі, що надає практичну користь в житті. Основним виходом у світ цих плат стало те, що технологія розрахована на широке коло людей, адже Arduino не обмежує політ думки користувача та дозволяє складати із своїх плат так званий великий конструктор за допомогою плат розширення - шилд. Саме додавання цих шилд і дає Arduino високу популярність.

Плата Arduino виготовлена на базі мікроконтролера Atmel AVR, складається з елементів для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.



Рис. 1. Мікроконтролер Arduino Due

Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість Input/Output виводів мікроконтролера у зовнішніх схемах. Наприклад, у платі Decimila доступно 14 цифрових входів/виходів, 6 із яких можуть видавати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів. Ці сигнали доступні на платі через контактні площадки або штирьові розніми. Також існує декілька видів зовнішніх плат розширення, які називаються "shields" ("щити"), які приєднуються до плати Arduino через штирьові розніми.

Програмування Arduino-пристроєм здійснюється за допомогою простої і зрозумілої

мови команд, дуже схожої на C ++ . Отримані проекти можуть застосовуватися в самих різних сферах виробництва і побуту, автоматизувати складні виробничі процеси без необхідності замовляти дороге професійне обладнання.

Мікроконтролер **Maple** є подальшим розвитком платформи Arduino. Ці Мікроконтролери Maple основані на мікропроцесорі STM32F103RB, максимальна частота якого - 72 МГц. Цей мікропроцесор забезпечує підвищену обчислювальну потужність. Платформа має 39 цифрових входів/виходів, 16 аналогових входів, є вбудований USB 2.0, 3 USART - порти, має вбудовану підтримку SPI/I2C, роз'єм живлення і кнопку скидання(Reset). Флеш - пам'ять 128 Кб, а ОЗУ - 20 Кб. Програмування відбувається за допомогою USB-порта і програма завантажується за допомогою DFU - завантажувача. Живлення платформи відбувається за допомогою мережевого адаптера, чи USB. Maple представляє хороший спосіб для старту розробок на основі 32-бітного

процесора.

Деякі з плат Maple є апаратно(технічно) сумісними с модулями розширення Arduino, що дозволяє використовувати їх у своїх проектах. Також, за рахунок сумісності API, більшість бібліотек, які розроблені для Arduino можуть працювати й з Maple.

Мікроконтролер Maple забезпечує підтримку безпеки читання / запису для захищених адрес портів. Також велику допомогу можуть надати чотири вбудованих 16-ти бітних таймерів. Плата може живитися від порту USB, мережевого адаптера або від LiPo батареї.

Так як до ця плата є похідною від Arduino, то в ній також наявний аналоговий вхід, проте немає аналогового виходу. За допомогою аналогового входу можна підключати аналогові датчики такі як: світлодіоди, конденсатори, датчики тиску, ваги, кута повороту, температури та опору.

**Cubieboard** - це одноплатний комп'ютер (рис. 2, детальна характеристика та розміри вказані у таблиці 1), що виготовляється в Шеньжень, провінції Гуандун, Китай. Плата може працювати на операційних системах: Android 4 ICS, Ubuntu 12.04 desktop, Fedora 19 ARM Remix desktop, XBMC media player system, Archlinux ARM або basic Debian server через Cubian дистрибутив.

На платі Cubieboard2 [9] містяться: ARM процесор Allwinner A20 (cortex-A7), що працює на частоті 1 ГГц з відеоприскорювачем Mali400 (апаратно декодує HD відео, підтримує OpenGL ES), 1ГБ DDR3 оперативної пам'яті з частотою 480МГц, 4ГБ Nand Flash з попередньо встановленим завантажувачем і операційною системою, HDMI відеовихід, мережевий кабель, два USB роз'єми, роз'єм microSD, інтерфейс SATA та інфрачервоний порт.

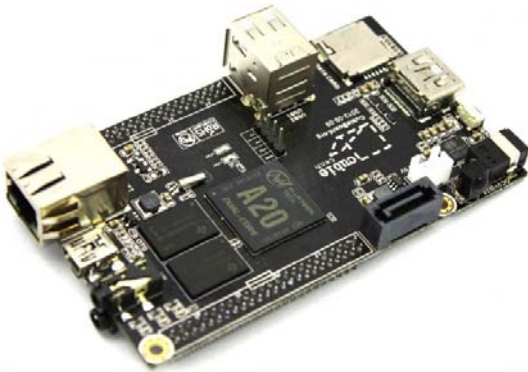


Рис. 2. Мікроконтролер Cubieboard2

Плата Cubieboard вміщує в собі велику кількість «ніжок»(вхід/вихід) для зчитування та передавання сигналу — виведені додаткові 96 пін, через які можна отримати доступ до таких інтерфейсів як I2C, SPI, RGB / LVDS, CSI / TS, FM-IN, ADC, CVBS, VGA, SPDIF-OUT і R-TP.

В якості одного з варіантів використання даного мікроконтролера зазначена можливість після встановлення операційної системи Android 4.0 підключити пристрій до телевізора для виведення зображення на нього через порт HDMI. Можна використовувати його також безпосередньо в якості комп'ютера, підключивши монітор, мишу та клавіатуру. Також Cubieboard може служити як

мережевий пристрій для зберігання даних - інтернет сервер. Дуже широко розповсюджене використання його як метеорологічної станції для зчитування температури, тиску, швидкості вітру, вологості повітря і потім передача цієї інформації через мережу інтернет — це все стає доступним при підключенні необхідних датчиків та мережевого кабелю (Ethernet).

Cubieboard може працювати самостійно, без зовнішнього контролю, якщо на нього встановити операційну систему. Адже вона може функціонувати на своєму рівні, без підтримки додаткового програматора. Наявність HDMI відеовиходу дозволяє спостерігати за процесом роботи плати на моніторі: переглядати графічні файли, графіки роботи датчиків в реальному часі, користування інтернет-ресурсами.

Порівняльну характеристику плат [5] - Arduino, Maple та Cubieboard - розглянуто в табл. 1.

Arduino доцільно використовувати при створенні механізмів, які не потребуються значної кількості пам'яті для обчислення та швидкісного процесора.

Дана плата призначена переважно для невеликих проектів і в цьому є її переваги. Адже Arduino можна використовувати для моделювання великих промислових проектів, проведення експериментів, для застосування в побутових пристроях - все це стає більш практичним тому, що не вимагає наявності великих ресурсів.

Також однією з основних переваг цієї плати можна назвати є те, що вона має аналоговий вхід та аналоговий вихід, які часто використовуються для підключення та зчитування інформації із різноманітних датчиків.

Можна також зазначити, що Arduino - це на даний момент єдина плата в своєму роді, у якій

присутня така специфікація і саме це часто робить вагомий внесок у її вибір на ринку продажу.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця характеристик плат Arduino Due, Maple та Cubieboard

Різновид плат	Arduino Due	Maple	Cubieboard2
Найменування пристрою			
Процесор	ARM Cortex-M3	STM32F103RB	ARM Cortex-A7
Сокет процесору	-	- <a href="http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/Allwinner A10">http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/Allwinner A10</a>	Allwinner A20
Швидкість процесору	84MHz	72 MHz	1GHz
Оперативна пам'ять	96 Кб	20 Кб	1 Гб
Вбудована пам'ять	512 Кб	128 Кб	4 Гб
Підтримка SD-карт	-/+	-/+	Так (до 32 Гб)
GPIO (доступні ніжки входу/виходу)	52 шт.	39 шт.	96 шт.
Цифровий вхід/вихід	54	39 шт.	~ 70 шт.
Аналоговий вхід	12	16	-
Аналоговий вихід	2	-	-
Підтримка USB-входу	Так (1 шт.)	Так (2 шт.)	Так (2 шт.)
Гніздо Ethernet	-/+	-/+	1 шт.
Відео-вихід	—	-	HDMI
Аудіо-вихід	-/+	-	1 шт.
Лінійний вхід	—	-	1 шт.
Операційна система	—	-	Linux, Android
Інфрачервоний порт	-/+	-	1 шт.
GPS	-/+	-/+	-/+
Розміри, мм	102 × 53	50x18	100 × 60
Вага, кг	~ 0,10	~ 0,10	~ 0,14

-/+ - доступно при підключенні додаткових пристроїв.

Плата Maple дозволяє швидко і зручно розробляти більш потужніші і швидкодіючі проекти в порівнянні з 8-ми розрядними мікроконтролерами, які використовуються в основному в комерційних проектах.

Maple є сучасною та перспективною платформою для розробки швидкодіючих та потужних пристроїв, проте через свого попередника Arduino, розвиток якого набрав швидкого розмаху, все ж залишається в тіні.

Cubieboard характеризується своєю великою продуктивністю.

За допомогою даної плати можна створювати доволі складні механізми.

Достатня кількість «ніжок»(96) дозволяє підтримувати значну кількість датчиків, управляти пристроями, контролювати механізми, при чому ця плата дозволяє робити це все одночасно. Cubieboard може також бути використаний у моделюванні промислових проектів у якості основи всіх інших пристроїв та плат - сервера.

Недостача аналогових входів та виходів компенсується тим, що на сучасному ринку вже широкого розповсюдження набули цифрові датчики.

Перевагою також є підключення Cubieboard до монітору та наглядне спостереження за процесами і їхніми вихідними даними на графіках, віддалене контролювання механізмами (за використання Cubieboard в якості сервера), можливість організувати відео-нагляд (при підключенні жорсткого диску через гніздо SATA).

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Після проведення детального огляду та аналізу представлених мікроконтролерів можна припустити, що в найближчому майбутньому вони повністю замінять більшість пристроїв на виробництві, аргументуючи це своєю універсальністю, великими можливостями та простотою у використанні.



*Список літератури*

1. Светомузыка Processing + Arduino + RGB: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://habrahabr.ru/hub/arduino/>
2. Проекты для Arduino: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino-projects.ru/>
3. MAPLE - Arduino-совместимая платформа для разработки проектов на быстродействующих 32-битных микроконтроллерах с ядром Cortex M3: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://hobbylab.ru/robototechnics/1293/>
4. Умный Дом своими руками на Cubieboard: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ablog.ru/forum/viewtopic.php?f=1&t=619>
5. Arduino vs. Raspberry Pi vs. CubieBoard vs. Gooseberry vs. APC Rock vs. OLinuXino vs. Hackberry A10: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/>
6. Вступ до світу робототехніки: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: [http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/Стаття\\_вступ\\_до\\_світу\\_робототехніки](http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/Стаття_вступ_до_світу_робототехніки).
7. Arduino: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
8. Що таке Arduino?: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://arduino-school.blogspot.com/2012/07/arduino.html>.
9. Офіційний сайт продукту Cubieboard: [Електрон. ресурс]. — Режим доступа: <http://cubieboard.org/>

Рукопис поступив до редакції 17.03.14

УДК 004.942

Л. А. ШУМОВА, аспірант, И. С. СКАРГА-БАНДУРОВА, канд. техн. наук,  
Технологический институт ВУНУ им. В. Даля, г. Северодонецк

## **МЕТОД РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНОЙ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

Рассмотрена задача разработки формальных методов для раннего обнаружения предаварийных ситуаций в химической промышленности. Представлен метод прогнозирования аварийной ситуации в технологическом процессе на основе анализа временных рядов значений технологических параметров. Сформулирован критерий для раннего обнаружения опасной тенденции.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Одной из основных задач управления химико-технологическими процессами является обеспечение их безопасности. Для достижения целей безопасности на отечественных предприятиях используются различные подходы, наибольшее распространение среди которых получили системы противоаварийной защиты и автоматической блокировки при достижении критических значений контролируемых параметров, причем, в некоторых случаях регламентом производства предусматривается возможность «ручного» регулирования процесса оператором до момента блокировки. С наличием человеческого фактора, в автоматизированных системах управления технологическими процессами помимо обязательных систем регулирования, сигнализации и блокировок целесообразно использовать дополнительные средства оценки и прогнозирования контролируемых параметров, позволяющие автоматизировать процесс обнаружения опасной динамики и обеспечить поддержку принятия решений в предаварийных ситуациях.

В качестве такого инструмента предлагается реализовать систему прогнозирования на основе анализа временных рядов значений контролируемых технологических параметров, иницирующих аварийную ситуацию.

**Анализ исследований и публикаций.** Обнаружение и диагностика аномальных состояний неизменно является активной областью исследований [1-6]. Известен вероятностный подход к выявлению и анализу показателей, позволяющих осуществлять раннее предупреждение опасных ситуаций (аварийных прекурсоров) [7], использование диаграмм [8], матриц решений [9], нечетких методов [10] для оценки состояний процессов на грани инцидента. Методы для обнаружения и идентификации аварийной динамики были разработаны в различных критических отраслях от авиации до атомной энергетики [11-14].

Основные трудности в разработке формальных методов для раннего обнаружения предаварийных ситуаций в химической промышленности связаны с динамикой параметров, аппаратной избыточностью измерений, контролем сигналов обратной связи, контролем отношений