

УДК 378.147

Д.В. Соменко, О.О. Соменко

*Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка*

ВІЛЬНОПОШИРЮВАНЕ АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ РОБОТИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

В статті розглядаються переваги використання вільнопоширюваного апаратного та програмного забезпечення для організації навчально-дослідницької роботи майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін. На прикладі застосування апаратно-обчислювальної платформи Arduino та вільнопоширюваного середовища програмування Arduino IDE з використанням системи комп'ютерної математики Sage пропонується створення багатофункціональної установки моніторингу фізичних параметрів навколишнього середовища та конкретних фізичних процесів. Процес та методика створення зазначеного обладнання може бути корисна студентам фізико-математичних факультетів та сприяти розвитку їхньої пізнавальної активності та дослідницької роботи в рамках навчальної діяльності в університеті.

Ключові слова: Arduino IDE, СКМ Sage, SageMathCloud, вчителі природничо-математичних дисциплін, вільнопоширюване апаратне та програмне забезпечення, навчально-дослідницька робота, метеостанція, моніторинг даних.

Широке впровадження у всі сфери діяльності людини комп'ютерної техніки відкриває перспективи для поглиблення, розширення, закріплення отриманих знань, активізації пізнавальної діяльності, аналізу й узагальнення результатів наукового і навчального процесу.

Запровадження ефективних інноваційних технологій та новітніх досягнень у методичному забезпеченні навчально-пошукової і науково-дослідницької діяльності є однією з найбільш вагомих сучасних проблем системи фізичної освіти, а її вдосконалення з урахуванням здібностей кожного з студентів, як потенційних майбутніх науковців, є актуальною дидактичною проблемою. Саме тому процес навчання фізики має формувати в них компетентність досліджувати, інтегрувати знання, бачити і розуміти практичні застосування отриманих напрацювань та робити спроби відшукувати варіанти нових застосувань набутих фізичних знань за умов зміни параметрів перебігу досліджуваних явищ і процесів та в галузях інших природничих дисциплін.

Мета статті та провідна ідея дослідження пов'язана з необхідністю розв'язання важливих прикладних проблем: розробка методики комплексного комп'ютерно- та хмаро-орієнтованого навчання фізики у системі фізичної освіти на основі інформаційно-комунікаційних технологій. Адже своєчасне включення і вивчення нових і останніх досягнень комп'ютерних та хмарних технологій, стрімке впровадження їх у всі сфери діяльності людини, а отже і в освітній простір – освітнє середовище загальноосвітньої школи та вищих навчальних закладів – впливає на відповідну підготовку учнів та студентів з фізики і є дієвим засобом здобуття, узагальнення та поглиблення фізичних знань, озброєння студентів сучасними технологіями навчання, що дозволяє підвищити якість підготовки та одночасно спрямувати їх на дослідницьку та наукову діяльність.

Аналіз попередніх досліджень. Питання застосування ІКТ в навчально-дослідницькій діяльності, теорію і досвід розробки педагогічних програмних засобів та впровадження їх у навчальний процес, принципи та методи комп'ютерно-орієнтованого навчання розглядають В.Ю. Биков, Ю.О. Жук, В.В. Лапінський, Н.В. Морзе, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, О.В. Співаковський, О.М. Спірін, І.О. Теплицький, Ю.В. Триус, М.І. Шкіль та інші. Питаннями методики використання ІКТ у процесі вивчення окремих природничо-математичних дисциплін присвячені праці М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, В.В. Воробцової, С.С. Кізіми, В.П. Сергієнка, Н.В. Сороко, В.І. Сумського О.В. Чубарук та інших науковців.

Проведений аналіз вказаних науково-педагогічних джерел дозволяє визначити, що на сьогодні серед пріоритетних напрямків впровадження ІКТ у системі середньої та вищої освіти виділяють наступні: забезпечення доступу до мереж високоякісних баз даних, котрі розширюють можливості учнів та студентів у навчальному процесі; створення індивідуальних модульних навчальних програм різних рівнів складності; використання можливостей Інтернету; поширення гнучких технологій дистанційної освіти тощо.

Зокрема, С.А. Раков зазначає, що ефективність сучасної природничо-математичної освіти тісно пов'язана з ефективністю використання потужностей сучасних засобів ІКТ. Впровадження ІКТ у навчальний процес відкриває широкі можливості для пояснення нового матеріалу, формування практичних умінь і навичок, розвитку самостійності та навичок дослідницької діяльності студентів.

Виклад основного матеріалу. Для реалізації потенціалу комп'ютерної техніки у науково-дослідницькій діяльності з природничих дисциплін проводяться розробки та методичне опрацювання ряду комп'ютерних навчальних систем, що використовують цифрові вимірювальні прилади та опрацювання одержаних експериментальних результатів за допомогою електронно-обчислювальної техніки. Більшість основних програмних та апаратних розробок, що використовуються під час експериментування з фізики, мають закрите програмне забезпечення, яке не дозволяє вносити зміни та адаптувати систему під вимоги будь-якої дослідницької тематики, який передбачається навчальними програмами, що змінюються, а як наслідок унеможливорює якісно і повною мірою використовувати комплекти під час виконання будь-яких досліджень з фізики, як за планом викладача (вчителя), так і з урахуванням відповідно створених умов.

Закритий програмний код є наслідком комерційної складової зазначених проектів, він не дає змоги користувачу змінювати та вносити корективи як у форматі отримуваних результатів, так й у вигляді способів представлення їх на екрані монітора. Ще однією суттєвою проблемою в більшості подібних систем є неможливість обробки результатів за власним алгоритмом, а також отримання результатів, що не передбачені функціоналом програми.

Спираючись на зазначене, за мету нашого дослідження було обрано ідею розробити комплект комп'ютерно-орієнтованого обладнання та відповідного програмного забезпечення для опрацювання отриманих даних, що задовольняв би наступним вимогам, серед яких до основних відносяться: відкритий програмний код; кросплатформеність; максимально доступне та функціональне програмне забезпечення для обробки результатів; мінімальна вартість та доступність складових компонентів комплексу; можливість розширювати та змінювати як апаратну, так і програмну частину, маючи базові знання випускників вищих

навчальних закладів; розвивати в студентів експериментаторські вміння і дослідницькі навички; можливість використання запропонованого обладнання у поєднанні із комп'ютерною технікою, під час проведення індивідуальних занять і науково-дослідницьких проектів.

На основі аналізу програмно-апаратних розробок, що задовольняли вищезазначеним вимогам, було обрано відкриту апаратно-обчислювальну платформу Arduino.

Для якісної та зрозумілої математичної обробки одержаних даних була обрана система комп'ютерної математики (СКМ) Sage – безкоштовне і вільнопоширюване математичне програмне забезпечення, призначене для дослідницької роботи і виконання обчислень у різних наукових галузях. Однією із основних цілей СКМ Sage є створення доступної, безкоштовної і відкритої альтернативи таким математичним пакетам, як Maple, Matematica, Magma і Matlab.

Початковою метою створення системи Sage була розробка доступного, безкоштовного, вільнопоширюваного математичного програмного пакету, який би кожен міг використовувати для роботи та проведення досліджень. СКМ Sage створювалася на противагу комерційним математичним програмам із закритим вихідним кодом, тому має ряд відмінностей у порівнянні з іншими математичними системами. Зокрема, система Sage використовує добре відому мову програмування Python, тоді як інші популярні математичні програмні продукти, наприклад, Maple, Matematica і Matlab, використовують власні специфічні математичні мови. Завдяки цій особливості у користувачів системи з'являється можливість реалізовувати у системі Sage будь-який код, написаний на Python, а також, відповідно, код мови Python, створений у Sage, можна інтегрувати у різноманітні програмні додатки, що значно розширює можливості та сфери застосування математичного пакету й одночасно дає можливість оцінювати і реалізувати відповідні дослідницькі проекти у навчальному процесі з курсу загальної фізики.

Іншою особливістю СКМ Sage є те, що при її створенні, замість того, щоб заново писати велику кількість основних бібліотек, як це відбувається при створенні більшості математичного програмного забезпечення, було об'єднано кращі математичні програмні продукти із відкритим вихідним кодом, такі як NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Maxima, GAP, FLINT, R та ще багато інших. Вцілому Sage об'єднує близько 100 різноманітних програм. Окрім цього, Sage включає і велику кількість нових власних розробок, що загалом утворює потужну платформу для математичних досліджень. Система надає унікальну можливість використовувати інструменти різних математичних пакетів та засоби програмування для розв'язання широкого спектру завдань. Sage включає як складний широкозапроваджуваний графічний веб-інтерфейс, так і інтерфейс командного рядка, а також передбачає роботу із іншими інтерактивними середовищами розробки (IDE) мови Python.

Отже, такий підхід до створення нового математичного програмного забезпечення дозволив створити нову математичну систему, яка, завдяки відкритості програмного коду, передбачає широкі можливості модифікації, гнучкість роботи у комп'ютерному середовищі, швидко реагує на зміни, оперативно пристосовується до нових запитів і потреб користувачів, і, крім цього, є безкоштовною для використання та об'єднує сотні розробників по всьому світу. Це дозволяє програмному продукту постійно вдосконалюватися, враховуючи думки, побажання і, навіть, власні розробки користувачів. Набагато якісніше і швидше відбувається

відслідковування та виправлення помилок програми, додавання нових можливостей і функцій.

На даний час розроблена та ефективно функціонує хмарна реалізація СКМ Sage – середовище SageMathCloud. Суттєвими перевагами роботи у хмарному середовищі SageMathCloud є:

1) *Надійність даних*. Всі проекти та робочі аркуші зберігаються у вашому акаунті. Дані зберігаються у хмарі, тобто на різних комп'ютерах по усьому світу, тому ймовірність втрати цих даних є набагато нижчою, ніж у тому випадку, коли вони зберігаються тільки на вашому комп'ютері.

2) *Доступність даних*. Ви можете отримати доступ до своїх даних будь-який час та з будь-якої точки світу, маючи комп'ютер, під'єднаний до мережі Інтернет.

3) *Розподілення навантаження*. Для ефективної обробки даних, якщо певний сервер виявляється перевантаженим, обчислювальне завдання користувача автоматично направляється до іншого сервера. Такий підхід дозволяє постійно підтримувати високу продуктивність та швидкість роботи ресурсу.

4) *Простота використання*. Робота із SageMathCloud не потребує додаткового програмного чи апаратного забезпечення.

5) *Економічна ефективність*. Завдяки особливостям роботи хмарного середовища забезпечується ефективне використання серверного часу комп'ютерів по усьому світу.

6) *Безкоштовність*. Використання ресурсу SageMathCloud є безкоштовним і лише деякі послуги, як наприклад, більш якісний хостинг чи збільшення квот для процесора та оперативної пам'яті, надаються платно. Ці послуги дозволяють розв'язувати більш складні проблеми та виконувати більшу кількість обчислень одночасно.

7) *Співпраця користувачів*. SageMathCloud має ряд інструментів для забезпечення ефективної взаємодії користувачів ресурсу. До цих засобів відноситься створення приватних, публічних чи доступних для перегляду проектів, а також використання чатів для спілкування.

8) *Створення контрольних точок зміни файлів*. Якщо до файлу вносяться якісь зміни чи відбувається видалення даних, контрольні точки завжди дозволяють повернутися до більш ранніх версій та відновити інформацію.

Використовуючи в комплексі апаратне та програмне забезпечення Arduino + Sage можна наприклад, замість звичних оптичних датчиків, що використовуються в ПДЗМ у навчальному експериментуванні використовувати ультразвуковий датчик відстані, що безперервно буде визначати положення рухомого візка в часі і дає змогу відразу будувати графічні залежності параметрів візка (координата, швидкість, прискорення), що змінюється з часом та відразу досліджувати характеристики руху, обробляючи масив отриманих даних за допомогою потужних і одночасно простих у розумінні засобів СКМ Sage.

Як приклад застосування запропонованого вільнопоширюваного програмного забезпечення для організації навчально-дослідницької роботи майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін, можна запропонувати проект метеостанції на базі модуля ESP8266 та датчика температури DS18B20, який було розроблено авторами в рамках роботи Науково центру розробки засобів навчання, що працює при кафедрі фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

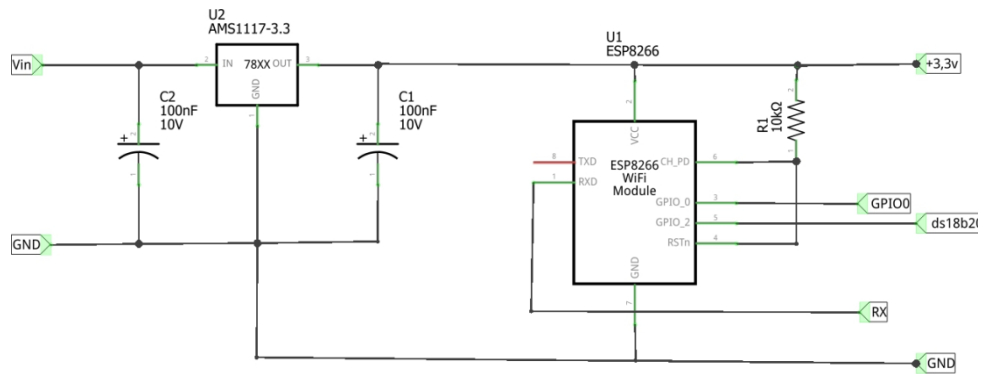


Рис.1 Принципова схема датчика температури для «народного моніторингу» на ESP8266

Відправка температури з термометрів DS18B20 на сайт «народного моніторингу» здійснюється за допомогою Wi-Fi модуля ESP8266, який одночасно виступає в ролі мікроконтролера для опрацювання даних з датчиків, так як має (в залежності від моделі) кілька клем загального призначення GPIO, які можуть, як приймати так видавати опрацьовану інформацію.

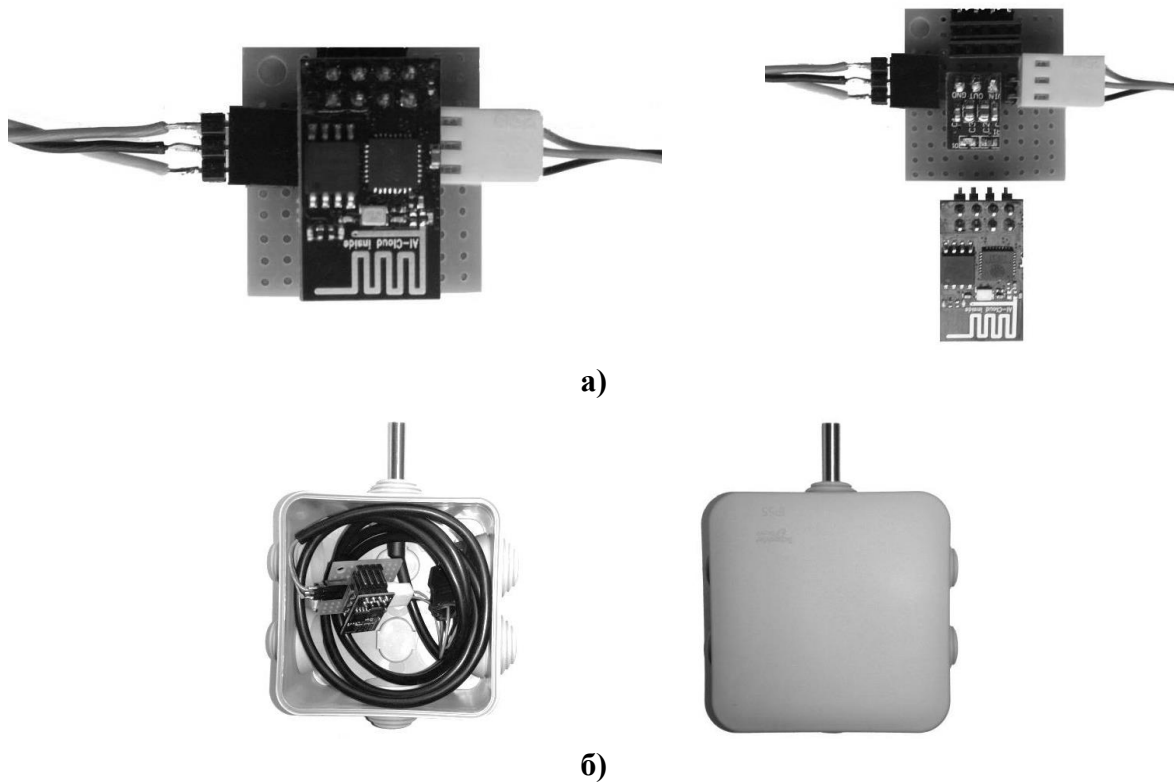


Рис.2 Загальний вигляд устатки. а) Електрична схема; б) Установка в захисному корпусі від зовнішнього атмосферного впливу)

Отримана інформація від термометрів та інших датчиків (тиску, вологості, освітлення, радіаційного фону та ін.) обробляється мікроконтролером модуля та за допомогою бездротової технології передачі даних надходить до мережі Інтернет, засобами якої передається сайту, що може накопичувати, обробляти, аналізувати та в графічному чи табличному вигляді представляти інформацію для будь-якого користувача.

Безперечною перевагою даної системи є можливість програмування в вільнопоширюваному середовищі Arduino IDE, що дозволяє легко змінювати функціонал програми.

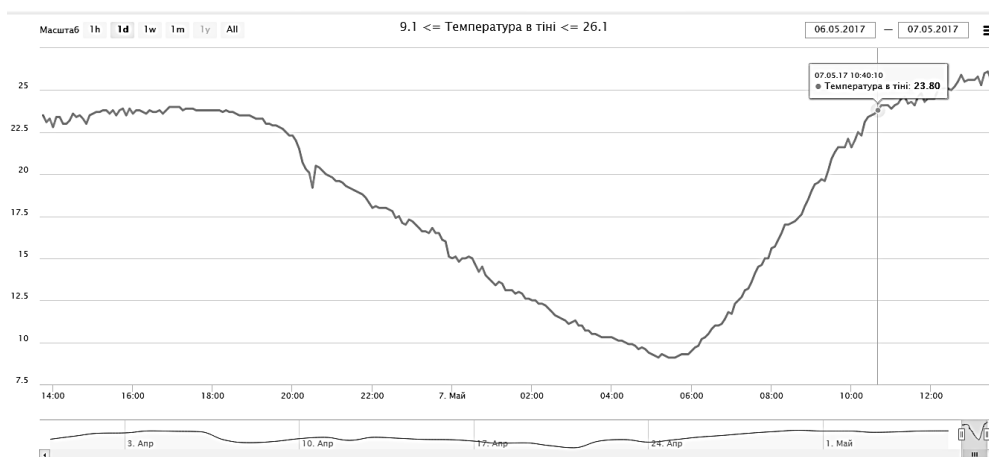


Рис. 3. Результати опрацювання даних з термометра, що представлені на сайті «народного моніторингу» за одну добу

Щоб мати можливість нарощувати функціонал, підключати додаткові датчики в установці передбачено ряд незадіяних контактних груп.

Запропонований приклад дає можливість майбутнім вчителям фізики глибше зрозуміти фізичний зміст досліджуваних параметрів, адже робота по розробці програмного забезпечення вимагає усвідомлення того яким чином працюють датчики за допомогою яких проводяться вимірювання.

Для кількісної методично правильної обробки зібраних статистичних одержаних даних використовується безкоштовне і вільнопоширюване математичне програмне забезпечення Sage.

Застосування СКМ Sage дає можливість виконувати обчислення, досліджувати функціональні залежності, будувати двовимірні і тривимірні графіки, знаходити розв'язки рівнянь графічно та аналітично, працювати із масивами даних у вигляді матриць чи векторів. За потреби, для визначення взаємозв'язку між величинами, можна застосовувати наявні в Sage засоби регресійного аналізу, також підтримується можливість розв'язання оптимізаційних задач, є можливість створення інтерактивних веб-сторінок, де, за допомогою встановлених елементів керування, студенти можуть змінювати параметри досліджуваних явищ чи процесів та аналізувати результати цих змін.

Висновки. Поєднання запропонованих потужних та вільнорозповсюджуваних апаратних та програмних засобів дає перспективи для розкриття можливостей використання електронної обчислювальної техніки у науковій та дослідницькій діяльності з природничих галузей науки. Авторами розроблені вимоги до підбору та методики використання апаратно-обчислювальних платформ; доведена доцільність використання комплексу Arduino+Sage у науково-дослідній діяльності студентів.

Одержані результати (посібники, розроблена методична система, комплекс лабораторних досліджень та апаратно-програмні розробки) можуть бути рекомендовані студентам фізико-математичних факультетів вищих навчальних закладів, а також бути корисними для науковців, що займаються проблемами розвитку і вдосконалення фізичної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Величко С.П. Використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання у процесі розв'язування навчальних задач з фізики графічним методом / С.П. Величко, Д.В. Соменко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія

педагогічна. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ ім. І. Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інноваційні в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 8-10.

2. Величко С.П. Поєднання сучасних поглядів на поліпшення проблеми підготовки високопрофесійного вчителя фізики / С.П. Величко, Д.В. Соменко, О.О. Соменко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – С. 20-23.

3. Соменко .В. Використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino в навчальному процесі з фізики: [посіб. для студ. фіз.-мат. фак-тів пед. унів-тів] / Д.В. Соменко. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 88 с.

Dmytro V. Somenko, Olena O. Somenko

The Kirovohrad Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University

**FREE DISTRIBUTED HARDWARE AND SOFTWARE FOR ORGANIZATION OF
TEACHING AND RESEARCH WORK OF THE FUTURE TEACHER OF NATURAL AND
MATHEMATICAL SCIENCES**

The article discusses the benefits of using freely distributed hardware and software for teaching and research future teachers of natural and mathematical sciences. The example application hardware computing platform Arduino and freely distributed programming environment Arduino IDE with the use of computer mathematics Sage proposed to create a multifunctional installation monitoring physical parameters of the environment and specific physical processes. The process and method of creating this equipment can be useful to students in Physics and Mathematics and promote their cognitive activity and research training activities within the university.

Keywords: *Arduino IDE, SCM Sage, SageMathCloud, teachers of natural and mathematical sciences, free distributed hardware and software, training and research, weather station, monitoring data.*

Дмитрий Викторович Соменко, Елена Алексеевна Соменко

Кировоградский государственный педагогический университет имени В. Винниченко

**СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫЕ АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

В статье рассматриваются преимущества использования свободно распространяемого аппаратного и программного обеспечения для организации учебно-исследовательской работы будущих учителей естественно-математических дисциплин. На примере применения аппаратно-вычислительной платформы Arduino и свободно распространяемой среды программирования Arduino IDE с использованием системы компьютерной математики Sage предлагается создание многофункциональной установки мониторинга физических параметров окружающей среды и конкретных физических процессов. Процесс и методика создания указанного оборудования может быть полезна студентам физико-математических факультетов и способствовать развитию их познавательной активности и исследовательской работы в рамках учебной деятельности в университете.

Ключевые слова: *Arduino IDE СКМ Sage, SageMathCloud, учителя естественно-математических дисциплин, свободно распространяемое аппаратное и программное обеспечение, учебно-исследовательская работа, метеостанция, мониторинг данных.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Соменко Дмитро Вікторович – кандидат педагогічних наук, завідувач лабораторіями методики викладання фізики, кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В.Винниченка.

Коло наукових інтересів: використання апаратно-обчислювальних платформ та засобів ІКТ для розвитку пізнавальної активності студентів.

Соменко Олена Олексіївна – старший викладач кафедри видавничої справи, документознавства та інформаційної діяльності Кіровоградського інституту розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна».

Коло наукових інтересів: використання інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні математичних дисциплін.