

УДК: 37.016:[53:004]

МАРТИНЮК Олександр Семенович –
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри експериментальної фізики
та інформаційно-вимірювальних технологій
Східноєвропейського національного університету
імені Лесі Українки
ORCID 0000-0003-4473-7883
e-mail: oleksandr_lutsk@ukr.net

**ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ
НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Нинішній період розвитку суспільства характеризується процесом його інформатизації. Особливість його полягає в тому, що домінуючим видом діяльності у сфері суспільного виробництва є збір, накопичення, продукування, обробка, зберігання, передача та використання інформації. Це здійснюється на основі сучасних засобів мікропроцесорної й обчислювальної техніки, а також на базі різноманітних засобів інформаційного обміну. Процеси, що відбуваються у зв'язку з інформатизацією суспільства, сприяють не тільки прискоренню науково-технічного прогресу, інтелектуалізації всіх видів людської діяльності, а й створенню якісно нового інформаційного середовища, що забезпечує розвиток творчого потенціалу. Одним із пріоритетних напрямів процесу інформатизації сучасного суспільства є інформатизація освіти – процес забезпечення сфери освіти методологією та практикою розробки й

оптимального використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), орієнтованих на реалізацію психолого-педагогічних цілей навчання та виховання. Це сприяє всебічному розвитку інформатичної (інформаційно-цифрової) компетентності, що в умовах модернізації сучасної школи є одним із основних завдань.

У Концепції Нової української школи зазначено: «Інформаційно-цифрова компетентність передбачає впевнене, а водночас критичне застосування ІКТ для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні. Інформаційна й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, робота з базами даних, навички безпеки в Інтернеті та кібербезпеці. Розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо)» [3]. Комп'ютерна грамотність виявляється в умінні використовувати комп'ютерні моделі як дидактичні засоби підвищення ефективності навчального процесу, працювати з прикладним програмним забезпеченням, у знанні основ мікроелектроніки та робототехніки, апаратної будови комп'ютера тощо. Виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту, впровадження елементів сучасної мікроелектронної та комп'ютерної техніки передбачає раціоналізацію структури й змісту навчального фізичного експерименту, удосконалення техніки проведення демонстрацій та лабораторних робіт. Незважаючи на значну кількість праць з методики й техніки навчального фізичного експерименту, є низка проблем, які вимагають подальших досліджень, зокрема тих, що стосуються застосування електронних засобів, інформаційно-комунікаційних технологій та сучасних технічних засобів навчання. У зв'язку з цим необхідне вдосконалення системи організації та виконання фізичного експерименту на основі оптимального вибору форм, методів і сучасних засобів навчання. Тому актуальною є проблема пошуку нових методичних підходів щодо формування вмінь використовувати

комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання та можливостей забезпечення навчальних та наукових лабораторій сучасним обладнанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням питань використання електронних засобів, інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі з фізики та теоретичним і експериментальним обґрунтуванням займались вітчизняні та зарубіжні вчені. Зокрема, В.Ю. Биков, А.В. Касперський, М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, М.Т. Мартинюк, І.О. Теплицький, М.І. Шут у своїх роботах аналізували проблеми та пропонували концепції інформатизації освіти. Навчання у комп'ютерно орієнтованих середовищах є темою низки наукових праць Ю.П. Бендеса, С.П. Величка, В. П. Вовкотруба, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, О.І. Ляшенка, Н.В. Морзе та багатьох інших науковців. Хмарним технологіям, питанням інформаційної безпеки та використанню комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики та у процесі навчання фізики присвячено праці І. Т. Богданова, О.А. Коновала, І.В. Сальник, В.В. Сіпія, Д.В. Соменка, В.Д. Сиротюка, О.О. Мартинюка, О.М. Трифонові, М.В. Хомутенка й інших.

Під інформатизацією освіти, на думку В.Ю. Бикова, розуміється сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб учасників навчально-виховного процесу, а також тих, хто цим процесом керує та забезпечує його. Автор вважає, що головна мета інформатизації освіти – забезпечення підвищення якості, доступності та ефективності освіти, створення освітніх умов для широких верств населення щодо здійснення ними навчання протягом усього життя [1]. М.І. Садовий у своїх роботах переконливо доводить, що застосування засобів ІКТ суттєво впливає на підвищення ефективності навчального процесу і тільки за умов підвищення

інформатизації й комп'ютеризації освіти можлива інтеграція системи освіти України до Європейського та світового освітнього інформаційного простору [4]. Питання використання STEM-освіти у навчанні фізики висвітлені у працях вітчизняних науковців. Як зазначають Н.І. Поліхун, О.Є. Стрижак, І.А. Сліпухіна, І.С. Чернецький [5] визначальною метою STEM-освіти є, з одного боку, забезпечення інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом здобування автентичного практичного досвіду (особистісний аспект), а з іншого, – підготовка учнів до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог суспільства XXI ст. (соціальний аспект).

Проведений аналіз досліджень вітчизняних та зарубіжних учених дає підстави стверджувати, що проблеми формування фахової компетентності, які проявляються, зокрема, у використанні комп'ютерно-орієнтованих засобів у навчальному експерименті з фізики, ще не отримали достатнього обґрунтування та потребують дослідження, особливо в частині розроблення та використання апаратно-програмних засобів для експериментально-дослідницької роботи.

Мета статті – визначення ефективності використання електронних засобів та інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі з фізики. Проаналізувати розроблене та апробоване апаратно-програмне забезпечення для модернізації експериментально-дослідницької роботи з фізики.

Методи дослідження. Аналіз теоретичних джерел за темою статті та аналіз навчальної діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. *SerialPlot* – розроблена та апробована програма, що в режимі реального часу зчитує дані з COM-порту, структурує їх та виводить у вигляді графічної залежності. Дозволяє будувати графіки $y(t)$ та $y(x)$, зберігати їх як картинки та записувати дані у

текстовий файл, структура якого дозволяє легко використовувати у популярних електронних таблицях [2; 6].

1) Режим $y(t)$ дозволяє будувати графік залежності певної величини від часу. При цьому на порт подається лише певна величина, а програма сама обчислює час між появою нових даних та формує пари значень величин $t - y$, де t – час обрахований програмою, а y – певна величина, що записується у порт зовнішнім пристроєм. При цьому, слід розуміти, що час між послідовними записами у порт має бути достатній для того, щоб комп'ютер обробив дані та відобразив їх на графіку, тому рекомендується робити апаратні затримки у кілька мілісекунд.

2) Режим $y(x)$ дозволяє будувати графік залежності певної величини від іншої, тобто тепер ми не обмежуємося лише часом. Наприклад, можна відображати залежності зміни електричного потенціалу від тиску на кристал. При цьому на порт подаються пари величин, перша x (аргумент), а потім y (ордината). Програма сама обчислює час між появою нових пар даних, але це не впливатиме на графік, також будуть сформовані пари величин $x - y - t$. Слід зауважити, що дані необхідно записувати послідовно, з мінімальною перервою між записом. Це необхідно робити, бо програма отримавши першу величину, отримає координату x , але лише з неї графік побудувати неможливо, тому програма очікуватиме на другу величину y , і лише отримавши її, можна буде відобразити цю точку на графіку та записати у пам'ять нову пару величин. При цьому час зафіксований програмою буде стосуватися останньої величини, тобто y , але зазвичай різниця між ними лише кілька мілісекунд, тому нею можна знехтувати та вважати, що дані прийшли майже одночасно.

Важливо, що для розробки програми було застосовані найсучасніші технології багатопотоковості. Програма працює з кількома потоками. Найважливішим є те, що робота з портом, тобто зчитування даних та їх структуризація, відбувається у іншому, відділеному від графічного, потоці.

Це означає, що зчитування даних відбувається незалежно від графічного інтерфейсу програми. Впровадження багатопотоковості дозволяє користувачу працювати з головним вікном програми, не впливаючи ніяким чином на роботу з портом, користувач може переміщувати вікно, змінювати його розміри та робити будь-які інші можливі маніпуляції, але зчитування даних гарантовано буде відбуватися без помилок, а нові оброблені дані будуть своєчасно відображатися на графіку. Зауважимо, що відмова від багатопотоковості привела б до некоректної роботи програми взагалі, адже будь-яка взаємодія з графічним інтерфейсом, впливала б на роботу з портом, наприклад зупиняла б зчитування при пересовуванні вікна програми. Саме тому було вирішено вести роботу з портом у іншому потоці. Однак це майже ніяк не впливає на загальну роботу на одноядерних комп'ютерах. Очевидно, що існуватиме деяка втрата часу на контекстні переключення процесора, проте через малу кількість потоків для однієї програми, це не створюватиме особливих проблем.

У якості реального пристрою, що буде зчитувати інформацію про навколишнє середовище та записувати її у порт ми обрали популярну платформу Arduino UNO на основі 8-розрядного RISC AVR мікроконтролера Atmel. Очевидно, це не означає, що не можна використовувати інші моделі чи платформи, адже важливим є лише дотримання всіх специфікацій програми SerialPlot.

Для проведення експерименту, окрім мікроконтролера, необхідно також шнур, наприклад COM to COM, або ж USB (B тип) to USB (A тип), який і був застосований у нашому експерименті. Незважаючи на те, що USB не є послідовним COM-портом, Arduino через встановлення своїх спеціальних драйверів дозволяє нам працювати з USB як з віртуальним COM портом. Тобто для комп'ютера це буде звичайна робота з COM, хоча насправді робота буде вестися через інтерфейс USB. Також потрібен комп'ютер з встановленим оточенням Arduino та програмою SerialPlot,

бредборд (макетна плата) та датчик. Як приклад, використано аналоговий датчик температури-вологості DHT11 (рис.1, (зліва)). Датчик дозволяє вимірювати температуру та вологість навколишнього середовища. Він має нижчу вартість, меншу точність і межі вимірювання, ніж моделі типу DHT22, але дозволяє отримувати дані частіше (один раз в секунду проти одного разу в дві секунди як у DHT22).

Після завантаження коду в мікроконтролер, ми почали спершу вимірювати кімнатну температуру, вона виявилась рівною 25°C. Після того до датчика було прикладено холодний предмет, тому температура почала падати і як результат ми маємо яму на графіку. Після того, ми приклали гарячий предмет і утримували його поки температура росла до 41°C, це пік який бачимо на графіку (рис. 1 (справа)). Прибравши зовнішні подразники залишили систему саму на себе, спостерігаючи за встановленням теплової рівноваги.

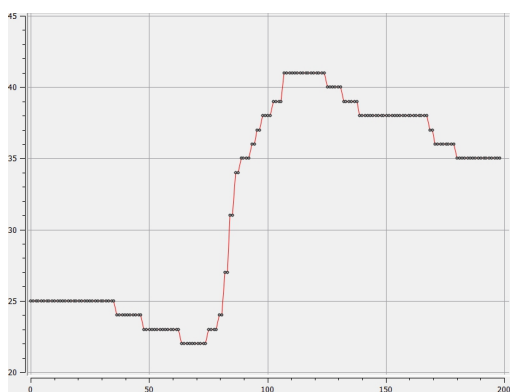
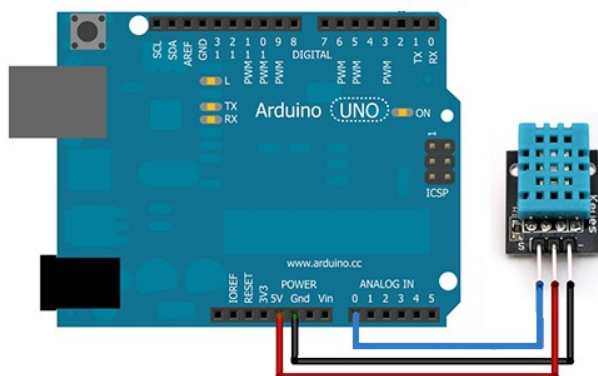


Рис. 1. Макет схеми з датчиком вологості-температури (зліва)
та отриманий графік зміни температури (справа)

Розглянемо спосіб вимірювання вологості. Спочатку було заміряно вологість у кімнаті (31%-32%), потім на датчик подихали і вологість одразу піднялася (пік на графіку 34%). Після цього датчик був обдуть гарячим повітрям і вологість опустилася аж до 25%. Потім потік гарячого повітря був змінений на холодне повітря і вологість піднялася до 29% (рис. 2. (зліва)).

Розглянемо дослідження залежності вологості від температури. На відміну від попередніх прикладів, програма SerialPlot була запущена в режимі $y(x)$, де x є температурою, а y вологістю. Тобто тепер ми отримаємо графік залежності вологості від температури. Пам'ятаємо, що по осі абсцис відкладена температура, а по осі ординат – вологість. Датчик отримує дані про температуру та вологість, потім записує ці дані у такому ж порядку, але з перервою у 50 мс (`delay(50);`). Датчик обдувався потоком гарячого повітря, внаслідок чого температура плавно зросла аж до 47°C, а вологість впала до 22%. Аналізуючи графік (рис. 2 (справа)), можна побачити, що залежність майже лінійна, і коли температура підвищується, вологість падає, що є закономірно та передбачувано.

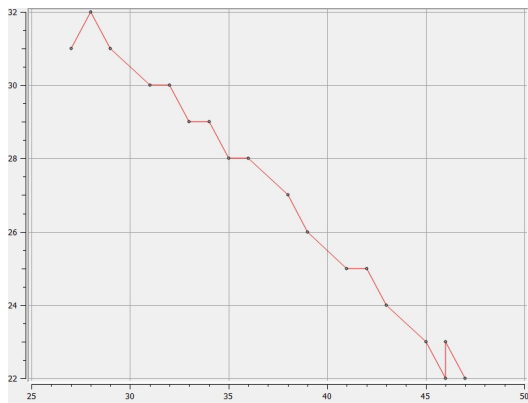
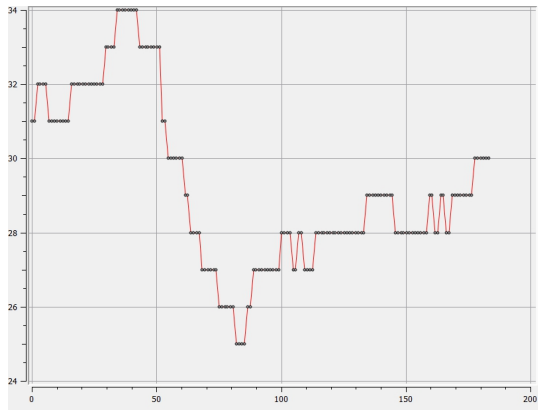


Рис. 2. Отримані графіки зміни вологості (зліва) та залежності вологості від температури (справа)

Розглянемо методику та техніку проведення експерименту з фоторезистором. Цього разу для роботи вибрано платформу Arduino Uno, яка побудована на основі мікроконтролера ATmega328P. Також необхідно мати кілька провідників, бредборд, резистор на 10 кОм та фоторезистор. Схему зображено на рис. 3.

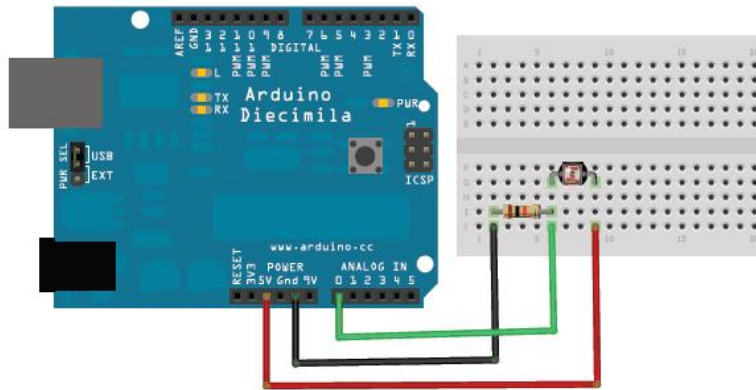


Рис. 3. Макет схеми з фоторезистором

Подаємо 5 В на одну ніжку фоторезистора. Після цього встановлюється резистор на 10 кОм, що з'єднується з аналоговим входом (A0) та спільною шиною (Gnd). Чутливість фоторезистора можна регулювати, змінивши номінал резистора.

Спочатку продемонструємо графік, що був отриманий під час роботи програми, коли до фоторезистора піднесли, наприклад, одну лампочку від гірлянди, що періодично вмикали/вимикали, а потім наведемо графік, але у режимі плавного збільшення яскравості та подальшого повільного затухання з різними періодами (рис.4).

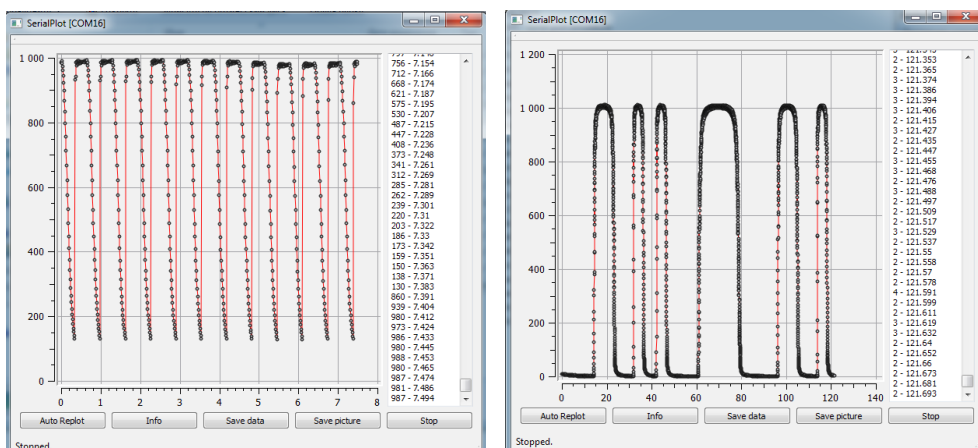


Рис. 4. Графіки залежності, отримані при дослідженні роботи фоторезистора

Можна помітити, що у другому графіку вершини вже не такі гострі як у попередньому, тобто процес зміни насправді відбувався плавно. Програма працює надійно і за умов номінального режиму використання, так і при інтенсивних записах в порт. Відображення інформації у вигляді графіків дає можливість робити приблизні оцінки під час експерименту, при цьому не обмежуючи швидкодію операційної системи комп'ютера.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Провівши апробацію апаратно-програмного комплексу в освітньому процесі та науково-дослідницькій роботі, пересвідчились у ефективності його використання. Порушені в роботі проблеми є актуальними й мають перспективу в удосконаленні, зокрема в проектуванні нових засобів вводу/виводу даних для розробленого програмного забезпечення.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю. Проблеми та перспективи інформатизації системи освіти України. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9649/1/Art105Text-2.pdf> (дата звернення: 14.03.2019).

2. Мартинюк О. С., Яблонський О. В. Радіоелектронне конструювання як засіб активізації творчих здібностей учнів. *Розвиток творчих здібностей учнів у процесі навчання природничо-математичних дисциплін*: матеріали Міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції. Чернігів, 2016 р. С. 208-214.

3. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Міністерство освіти і науки України, 2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 14.03.2019).

4. Садовий М. І., Трифонова О. М., Хомутенко М. В. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро

орієнтованому навчальному середовищі. *Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки* : зб. наук. пр. Черкаси, 2016. Вип. 7. С. 8–16.

5. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 6. С. 16-33.

6. Яблонський О. В. Програмне забезпечення для інформаційно-вимірювальної системи навчального призначення. Моделювання у навчальному процесі : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. Луцьк, 2017 р. С. 55-59.

REFERENCES

1. Bykov, V. Yu. (2012), Problemy ta perspektyvy informatyzatsii systemy osvity Ukrainy [Problems and Prospects of Informatization of the Ukrainian Education System], available at: <http://lib.iitta.gov.ua/9649/1/Art105Text-2.pdf> (Accessed 14 March 2019).

2. Martyniuk, O. S. and Yablonsky, O. V. (2016), Radioelektronne konstruiuvannya yak zasib aktyvizatsii tvorchykh zdibnostei uchniv [Radio electronic design as a means of activating the creative abilities of students]. *Development of creative abilities of students in the process teaching natural and mathematical disciplines* : materials of the International scientific and methodical Internet conference. Chernigiv, Ukraine, 208-214.

3. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannya serednoi shkoly [New Ukrainian school. Conceptual Principles of Reforming the Secondary School] (2016), available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (Accessed 24 March 2019).

4. Sadovyi, M. I. (2016), Metodyka formuvannya uivlen pro suchasnu naukovu kartynu svitu v khmaro oriientovanomu navchalnomu seredovyshchi

[Method of formation of representations about the modern scientific picture of the world in a cloud-oriented learning environment]. *Bulletin of the Cherkasy National University. Series: Pedagogical sciences: Sb. sciences Prospekt*, 8–16.

5. Strizhak, O. E. (2017), STEM-osvita: osnovni definityi [STEM-education: main definitions]. *Information technologies and means of education*. 16-33.

6. Yablonsky, O. V. (2017), Prohramne zabezpechennia dlia informatsiino-vymiriuvalnoi systemy navchalnoho pryznachennia [Software for the information-measuring system of educational purposes]. Modeling in the educational process : materials of the All-Ukrainian scientific and practical Internet-conference. Lutsk, 55-59.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

МАРТИНЮК Олександр Семенович – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри експериментальної фізики та інформаційно вимірювальних технологій Східноєвропейського національного університету, м. Луцьк.

Наукові інтереси: інформаційно-комунікаційні технології, мікроелектроніка, навчальний фізичний експеримент, теорія та методика навчання фізики.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Мартынюк Александр Семенович – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры экспериментальной физики и информационно измерительных технологий Восточноевропейского национального университета, м. Луцьк.

Научные интересы: информационно-коммуникационные технологии, микроэлектроника, учебный физический эксперимент, теория и методика обучения физике.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

MARTYNIUK Oleksandr Semenovich – doctor of pedagogical sciences, associate professor, professor of the department of experimental physics and information and measurement technologies of the Lesia Ukrainka Eastern European National University, Lutsk.

Circle of research interests: information and communication technologies, microelectronics, educational physical experiment, theory and methods of teaching physics.

МАРТИНЮК Олександр Семенович. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.

Анотація. Проаналізовано можливості та перспективи використання комп'ютерно орієнтованих засобів навчання. Означено поняття комп'ютерної грамотності, що виявляється в умінні використовувати програмно-апаратне забезпечення комп'ютерної техніки, вмінні працювати з прикладним програмним забезпеченням, у знанні основ мікроелектроніки та робототехніки тощо. Незважаючи на значну кількість праць з методики й техніки навчального фізичного експерименту, є низка проблем, які вимагають подальших досліджень, зокрема тих, що стосуються застосування інформаційно-комунікаційних технологій та сучасних технічних засобів навчання. Описано спроектований апаратно-програмний комплекс на базі мікроконтролерної платформи Arduino. Розглянуто основні характеристики та особливості використання розробленого програмного забезпечення. Для розробки програми було застосовані найсучасніші технології багатопотоковості. Запропоновано практичні рекомендації щодо використання комплексу в навчальному експерименті з фізики. Порушено проблему пошуку нових методичних підходів до формування вмінь використовувати комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання та технологій забезпечення навчальних та наукових лабораторій сучасним обладнанням.

Ключові слова: комп'ютерно орієнтовані засоби навчання, навчальний фізичний експеримент, платформи Arduino, апаратно-програмний комплекс.

МАРТЫНЮК Александр Семенович. ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЕ.

Аннотация. Проанализированы возможности и перспективы использования компьютерно ориентированных средств обучения. Определено понятие компьютерной грамотности, что проявляется в умении использовать программно-аппаратное обеспечение компьютерной техники, умении работать с прикладным программным обеспечением, в знании основ микроэлектроники и робототехники. Несмотря на значительное количество работ по методике и технике учебного физического эксперимента, есть ряд проблем, которые требуют дальнейших исследований, в

частности, касающихся применения информационно-коммуникационных технологий и современных технических средств обучения. Описан спроектированный аппаратно-программный комплекс на базе микроконтроллерной платформы Arduino. Рассмотрены основные характеристики и особенности использования разработанного программного обеспечения. Для разработки программы были применены современные технологии многопоточности. Предложены практические рекомендации по использованию комплекса в учебном эксперименте по физике. Поднята проблема поиска новых методических подходов к формированию умений использовать компьютерно ориентированные методы обучения и технологий обеспечения учебных и научных лабораторий современным оборудованием.

Ключевые слова: компьютерно ориентированные методы обучения, учебный физический эксперимент, платформы Arduino, аппаратно-программный комплекс.

MARTYNIUK Oleksandr Semenovich. DESIGN TECHNOLOGIES AND FEATURES OF USING EDUCATIONAL HARDWARE AND SOFTWARE.

Abstract. *In the last decade, active introduction of the latest technologies based on the means of computer equipment, microprocessors, multifunctional data input / output information, etc. into all spheres of human activity is being actively implemented. The possibilities and perspectives of the use of computer-based learning tools are analyzed. The notion of computer literacy is revealed, which manifests itself in the ability to use software and hardware of computer technology, the ability to work with application software, knowledge of the basics of microelectronics and robotics, etc. Despite a large number of works on the technologies and techniques of physical experiment, there are a number of problems that require further research, in particular those relating to the use of information and communication technologies and modern technical means of training. Therefore, the problem of finding new methodological approaches to the formation of skills in using computer-oriented training facilities and the provision of educational and scientific laboratories with up-to-date equipment is relevant. The designed hardware and software complex based on the microcontroller platform is described. The main characteristics and features of using the developed software are considered. The latest technologies of multithreading were used to develop the program. This means that data reading occurs regardless of the graphical interface of the program. Implementing multithreading allows the user to work with the main window of the program without affecting the operation of the port. As a device that reads information and writes it to the port, the popular Arduino UNO platform is based on the Atmel 8-bit RISC AVR microcontroller. Practical recommendations for the use of the complex in the physical experimental are offered. An example of measurements using humidity-temperature sensors and a photoresistor is given. The graphs of changes in humidity and graphic dependences of humidity on temperature were obtained from experiments. The study of the photoresistor is performed. The program works stably both under normal conditions and during intense entries to the port. The problem of finding new methodical approaches to the formation of skills to use computer-oriented training facilities and to provide educational and scientific laboratories with modern equipment has been violated.*

Keywords: computer-based learning tools, training physical experiment, Arduino platforms, hardware-software complex.

