

<sup>1)</sup> Кіровоградський державний педагогічний університет імені В.Винниченка

<sup>2)</sup> Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

## РОЗВИТОК ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*У статті розкрита можливість вдосконалення фізичного практикуму у середній школі, де курс фізики вивчається профільними програмами. Ідея розвитку методики виконання фізичного практикуму у старшій школі обумовлена запровадженням засобів ІКТ, завдяки яким уможлиблюється виконання комп'ютерно-орієнтованих лабораторних робіт, що наближені до реальних дослідницьких робіт, і виконуються на основі реалізації віртуального експерименту. Така методика є можливою завдяки створенню спеціального комп'ютерно орієнтованого навчального середовища і окреслює три етапи, кожний з яких вирішує окрему дидактичну мету, а всі разом – суттєво поліпшують готовність старшокласника до експериментування, підвищують якість дослідження та рівень навчальних досягнень школярів.*

***Ключові слова:** методика фізики, розвиток фізичного практикуму, старша школа, навчальна діяльність, інформаційно комунікаційні технології, компютерно орієнтоване середовище*

Velychko S.P., Slobodyanyk O.V.

## DEVELOPMENT OF PHYSICAL PRACTICAL WORK BY FACILITIES OF INFORMATIVELY-COMMUNICATION TECHNOLOGIES

*In the article there is possibility of further perfection of physical practical work in general educational establishments, when the school course of physics is studied after the profile programs. Basic statements about development of physical practical work and methodology of his implementation at senior school are conditioned by the wide input of facilities of informatively-communication technologies, due to that development and implementation of the computer-oriented laboratory works that is close to implementation of the real research works are done by possible, and executed on basis and in connection with combination and realization of virtual experiment. Such methodology of preparation of student to works of practical work becomes possible due to creation of the computer oriented educational environment, such methodology outlines three stages, each of that decides a separate didactics aim, and all together promote because substantially readiness of senior pupil gets better to experimentation during physical practical work, quality and effectiveness of implementation of research rise, and main, the level of educational achievements of schoolchildren rises here, that reflected in combination theoretical and experimental constituent in forming for senior pupil subject competence.*

***Keywords:** methodology of physics, development of physical practical work, senior school, educational activity, informatively of communication technologies, компютерно the oriented environment*

Величко С.П., Слободяник О.В.

## РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННО КОММУНИКАЦИОННИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

*В статье раскрыта возможность совершенствования физического практикума в средней школе, где курс физики изучается за профильными программами. Идея развития методики выполнения физического практикума в старшей школе обусловлена внедрением в*

*учебный процесс средств ИКТ, благодаря которым есть возможность выполнения компьютерно-ориентированных лабораторных работ, соответствующих реальным исследовательским работам, а выполняются на основе виртуального эксперимента. Такая методика является возможной благодаря созданию специальной компьютерно ориентированной среды и очерчивает три этапа, каждый из которых решает отдельную дидактичную цель, а все вместе – существенно улучшают готовность старшеклассника к экспериментированию, повышают качество исследования и уровень учебных достижений школьников*

***Ключевые слова:** методика физики, развитие физического практикума, старшая школа, учебная деятельность, информационно коммуникационные технологии, компьютерно ориентированная среда*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах розвитку фізичної освіти методика навчання фізики має спиратися на такі компоненти і складові навчально-виховного процесу, які крім формування знань, умінь і навичок мають вирішувати низку питань розвитку і вдосконалення самостійної роботи школярів, базуються на формуванні креативного мислення, на всебічному запровадженні системного підходу до постановки і виконання індивідуальних теоретичних дослідницьких й експериментальних завдань і навчальних проєктів, формують уміння вибирати серед інших видів діяльності саме провідні основні, розвивають творчу уяву та виховують ініціативу й активну позицію кожного школяра як суб'єкта навчання тощо. Зазначені якості відносяться до передумов, що забезпечують формування високого рівня фахової предметної компетентності з фізики відповідно до сучасних вимог вивчення курсу фізики в старшій школі за профільними програмами.

З погляду оцінки широкого запровадження сучасних інноваційних педагогічних технологій у навчанні фізики зазначені якості відносяться до основних і зазвичай вирішуються у ході інтегрованого вивчення шкільного курсу фізики та споріднених навчальних дисциплін, з урахуванням та на основі тісного поєднання внутріпредметних і між предметних зв'язків і зокрема під час підготовки і виконання школярами обов'язкового фізичного практикуму, який проводиться по завершенні вивчення відповідного розділу чи взагалі курсу фізики у старших класах.

Така форма занять і відповідна їй навчально-пізнавальна діяльність учнів за традиційною методикою їх реалізації на сьогодні недостатньо ефективно вирішує

поєднання теоретичної та експериментальної складових предметної компетентності учнів у процесі навчання фізики.

Широке запровадження засобів ІКТ, створення програмно-педагогічного забезпечення та методичних рекомендацій стосовно організації самостійної (індивідуальної) навчально-пізнавальної діяльності учнів, по-перше, вимагає вирішення проблеми створення комп'ютерно орієнтованого навчального середовища з фізики, а по-друге, дозволяє вирішувати зазначену проблему у світлі сучасних вимог й одночасно дає можливість суттєво активізувати пошукову самостійну роботу кожного учня, значною мірою підвищуючи її ефективність і роль як діяльність активного суб'єкта такого педагогічного явища.

**Аналіз раніше виконаних досліджень і публікацій** свідчить, що проблемі розвитку практикуму з курсу фізики у загальноосвітніх навчальних закладах надається достатньо уваги у зв'язку з удосконаленням методів, прийомів, засобів навчання та форм організації різних видів навчальної діяльності школярів. За цих обставин у сучасних умовах, коли суттєво посилюється роль самостійної (індивідуальної) навчальної діяльності учнів взагалі у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів, і зокрема у процесі вивчення фізики, вагомими стають ті аспекти організаційної роботи вчителя фізики, що пов'язані із плануванням, підготовкою методичних розробок та цілеспрямованим керівництвом діяльністю школяра у процесі виконання експериментальних дослідницьких завдань практикуму. Тому вчитель, організовуючи роботу з підготовки і виконання лабораторних досліджень, має відноситися до діяльності учня, як до особливого виду саме індивідуальної роботи кожного школяра, бо при цьому мають враховуватися й особливого значення мають набути прояви суб'єктно - об'єктних стосунків у процесі навчальної пізнавальної діяльності старшокласників за умови, що у такому процесі використовуються комп'ютерно орієнтовані засоби навчання [6]. У зазначеному посібнику авторський колектив під керівництвом Ю.О. Жука достатньо переконливо показує, що структура діяльності учня у процесі використання різних сервісних можливостей засобів ІКТ відрізняється від структури навчальної діяльності учня під час використання того ж засобу ІКТ з метою опрацювання результатів навчального експерименту.

Отже, у процесі широкого запровадження високотехнологічних засобів навчальної діяльності, до яких слід відносити і засоби ІКТ та комп'ютерну техніку, поєднану із відповідно розробленими програмно-педагогічними засобами, виникають нові проблеми, пов'язані з тим, що у такому комп'ютерно орієнтованому середовищі вони виступають як різно спрямовані вектори дидактичних властивостей засобів навчання та методик їх використання, а також особистісних якостей усіх учасників навчального процесу як суб'єктів цього процесу в залежності від педагогічної ситуації, цілей і завдань навчання та освіти в цілому [6, с.54].

Відтак, для ефективного використання високотехнологічних засобів навчальної діяльності у процесі навчання фізики, і зокрема у процесі виконання фізичного практикуму в старших класах, потрібне правильне перенесення способів діяльності у спеціально сформованому комп'ютерно орієнтованому середовищі, а використання програмно-апаратних засобів навчальної діяльності вимагає формування в учня як суб'єкта навчання специфічних структур діяльності, що характерні саме для комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і відбивають діяльнісну складову під час керування такими засобами.

У зазначеному посібнику конкретизується, що в процесі виконання учнем самостійних навчальних досліджень, до яких відносяться роботи фізичного практикуму, помітно змінюються і структура виконання лабораторної роботи, і основні етапи діяльності учня у процесі самостійного навчального дослідження з використанням засобів ІКТ, що пов'язано з перенесенням зовнішньої діяльності (предметної) до діяльності внутрішньої (мисленнєвої), чому передують процес інтерпретації результатів [6, с.84]

Традиційна методика проведення фізичного практикуму передбачає проведення консультативної роботи і підготовку учня до виконання практикуму в лабораторії: підготовка інструкції, вказівок до виконання роботи, інформація про короткі теоретичні відомості, способи обробки результатів дослідження, визначення похибок, а також формулювання висновків.

За сучасних умов широкого запровадження засобів ІКТ і комп'ютерної техніки та суттєвого посилення у навчально-виховному процесі ролі школяра, як

суб'єкта навчання, підготовча робота може бути суттєво вдосконалена завдяки створенню відповідних програмних засобів, тобто завдяки організації індивідуальної роботи студента з метою самостійного опрацювання конкретних алгоритмів, індивідуальних завдань і вправ теоретичного, експериментального і дослідницького характеру, що є досить вагомим у підготовці як випускника загальноосвітнього навчального закладу, так і майбутнього вчителя фізики у педагогічному ВНЗ [7]. Подібні пропозиції про ефективне запровадження засобів ІКТ у проведенні фізичного практикуму та розв'язування індивідуальних завдань ідеться й в інших дослідженнях, зокрема у [8], а також у дослідженні О.А. Забари [2] та О.В. Задорожної [3].

Маємо окремо і особливо підкреслити значущість такого підходу у розвитку і подальшому вдосконаленні фізичного практикуму у будь-яких навчальних закладах, що запропоновано у дослідженні С.Г. Ковальова [5], де вирішується зазначена проблема одразу за декількома такими напрямками:

1– створення відповідного матеріально-технічного оснащення та нового обладнання для фізичного практикуму, котре поєднане з комп'ютерною технікою, розвиває матеріально-технічну базу і таким чином дає можливість у ході виконання дослідницьких робіт запроваджувати сучасні методи дослідження, включаючи і засоби інформаційно-комунікаційних технологій, що безперечно спрямоване на вдосконалення методики проведення фізичного практикуму;

2– поєднання нового обладнання для фізичного практикуму із засобами ІКТ та спеціально створеними програмними продуктами, що дозволяє реалізувати індивідуальний підхід в організації навчального процесу взагалі, і зокрема у процесі виконання робіт практикуму, й одночасно розвиває та вдосконалює індивідуальну самостійну роботу школяра і методику її організації і таким чином вдосконалює фізичний практикум;

3– створення обладнання у тісному поєднанні із комп'ютерною технікою і відповідними ППЗ, що сприяє активізації індивідуальної навчальної діяльності старшокласників і таким чином розвиває особистісно орієнтоване навчання кожного учня старшої школи, як суб'єкта навчального процесу, й одночасно

поліпшує рівень предметної компетентності кожного випускника середньої школи;

4– наявність узгодженого комплексу сучасного обладнання для фізичного практикуму та засобів ІКТ дає можливість однаковою мірою запроваджувати віртуальний та реальний експеримент у фізичному практикумі, вдосконалюючи його, а також уможлиблюючи вибір кожним учнем оптимального варіанту виконання лабораторного дослідження у достатньо широкому діапазоні: від традиційної методики до автоматизованого виконання роботи, коли результат дослідницької діяльності одержують внаслідок взаємопов'язаної і взаємообумовленої взаємодії лабораторної установки з комп'ютерною технікою і засобами ІКТ, а отриманий результат представляється у вигляді таблиці з усіма досліджуваними параметрами або в графічній інтерпретації.

**Основна мета статті** полягає у розкритті можливостей удосконалення практикуму з курсу фізики у загальноосвітньому навчальному закладі на основі поєднання віртуального і реального навчального експерименту, що може реалізовуватися завдяки розвитку методики проведення дослідницької навчальної діяльності школяра у ході фізичного практикуму завдяки широкому запровадженню засобів ІКТ. Така цілеспрямована навчальна діяльність організовується на основі відповідних алгоритмів, індивідуальних навчальних завдань (теоретичного, експериментального, дослідницького чи методичного характеру) та відповідного програмно-педагогічного забезпечення, що регламентують пошукову роботу старшокласника під час виконання лабораторної роботи, тобто внаслідок створення сучасного фізичного практикуму у старшій школі, який може бути представлений як інтегроване поєднання віртуального і реального фізичного експериментів, котрі можливі для ефективного відтворення у відповідно створеному комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі.

**Виклад основного матеріалу.** Створення методики організації та виконання сучасного фізичного практикуму у старшій школі у процесі профільного навчання курсу фізики з урахуванням зазначених досліджень базується на підвищенні ролі індивідуальної підготовки школяра та виконанні роботи фізичного практикуму на основі взаємозв'язку й взаємообумовленості

реального та віртуального експерименту з кожної із робіт, яка включена до практикуму. Зрозуміло, що така методика базується на цілеспрямованому виконанні експериментального завдання з використанням достатньо різноманітних функціональних можливостей засобів ІКТ, передбачає відповідну організацію навчально-пошукової діяльності старшокласника у компютерно орієнтованому середовищі. Додамо, що подібне навчальне середовище у кабінеті-лабораторії фізики загальноосвітнього навчального закладу, на думку Ю.О.Жука [4] варто назвати полі компонентним, оскільки у ході виконання лабораторної роботи учнем воно може бути представленим як: а) *предметно-просторове* навчальне середовище, коли в лабораторії в ході виконання дослідження учень оперує реальними приладами й установками, необхідними для виконання конкретного завдання, і знаходиться в умовах, за яких склад і структура середовища можуть зазнавати зміни лише завдяки індивідуальним діям школяра, який виступає суб'єктом власної діяльності; б) *предметно-інформаційне* навчальне середовище, коли учень виконує компютерно орієнтовані навчальні дослідження з певним рівнем автоматизації, але під час виконання лабораторної роботи, виступаючи суб'єктом навчальної діяльності, він має можливість втручатися у хід виконання роботи; в) *інфокомунікативне* навчальне середовище, коли учень виконує «...навчальні дослідження у «віртуальному просторі» або з використанням лабораторій віддаленого доступу» [4, с.79]; при цьому навчальна діяльність суб'єкта навчання реалізується в інформаційно-комунікативному просторі на основі віртуальних навчальних експериментів.

Враховуючи, що будь-яка діяльність взагалі, і зокрема навчальна діяльність, найчастіше у педагогічній літературі аналізується як з огляду її продуктивності, так і з точки зору її значущості, відмітимо, що така діяльність у процесі навчання з використанням засобів ІКТ, зазвичай, детермінується, в результаті чого може мати певні обмеження у вирішенні проблеми розвитку особистості школяра. Тому, беручи до уваги проблему розвитку особистості старшокласника в ході його індивідуальної навчальної діяльності, слід говорити про навчально-розвивальну діяльність, яка за відповідних умов у процесі застосування компютерної техніки і засобів ІКТ, стає засобом розвитку особистості школяра, і

зокрема його здібностей, інтересів, мотивів, готовності до активної пізнавально-пошукової діяльності тощо.

За цих обставин діяльність, що організована з використанням засобів ІКТ, для учня постає у вигляді нормативно-схваленого способу діяльності, який учень перетворює в індивідуальний спосіб навчальної діяльності.

Не заперечуючи думки про те, що на навчальну діяльність школяра у ході фізичного практикуму впливає багато чинників, досить стисло окреслено лише один із них – використання програмно-педагогічного засобу (ППЗ), який є доволі важливим в умовах запровадження засобів ІКТ й уможливорює віртуальний навчальний експеримент та одночасно розкриває сутність виконуваного у лабораторній роботі самостійного дослідження.

Тут варто погодитися з тим, що зараз розроблено і рекомендовано вже дуже багато різних ППЗ для навчальних цілей. При цьому їх можна розглядати, як такі, що в навчальному процесі виступають, наприклад, джерелами навчальної інформації, яка візуалізується на екрані комп'ютера. Активність учня у навчально-пошуковій діяльності з використанням таких ППЗ визначається реакцією на ті питання, що закладені розробниками рекомендованого ППЗ. За цих умов ППЗ може виступати «ведучим» в організації діяльності школяра. Безперечно, що такі ППЗ є корисними й ефективними для навчального процесу, але їх використання має певні обмеження, що змістовно й процесуально виправдано і достатньо обґрунтовано з точки зору організації навчальної діяльності старшокласника.

Разом з тим для учнів старшої школи й особливо у процесі організації навчально-пізнавальної діяльності в комп'ютерно орієнтованому середовищі, зокрема, під час виконання фізичного практикуму, що передбачає дослідницькі лабораторні роботи, пропонувані ППЗ мають враховувати достатньо сформовані розумові якості особистості школяра, передбачати формування креативного (творчого) мислення, активізувати пізнавальний процес і передбачати можливість різновекторного використання засобу ІКТ, який уможливорює різні способи реалізації навчальної діяльності і різні підходи до виконання дослідження для досягнення кінцевої мети. До таких ППЗ відносяться схвалені фахівцями



програмно-педагогічні засоби, що розроблені і про які йдеться мова у дослідженнях О. В. Задорожної [3] і С.Г. Ковальова [5], а також у пропозиціях О.А Забари [2], Д.В. Соменка [8] та інших.

Зокрема, нами опрацьована методика підготовки і проведення фізичного практикуму, коли кожна описана і рекомендована у відповідному посібнику лабораторна робота має три основні етапи виконання: 1 – індивідуальна робота учня у період підготовки до фізичного практикуму; 2 – виконання роботи, яке будується на реальному дослідженні явищ і процесів з реальним обладнанням і отриманням реальних результатів; 3 – аналіз та перевірка результатів, що поєднують реальне і віртуальне дослідження і дають можливість співставити отримані значення параметрів чи їх графічною інтерпретацією з можливим коригуванням кінцевого результату.

На першому етапі учень знайомиться з темою та метою віртуальної лабораторної роботи практикуму, вивчає теоретичний матеріал та обладнання, що допомагає йому в кращому усвідомленні й досягненні мети. Опрацьовуючи запропоновані програмні продукти, учень виконує віртуальний експеримент, який є аналогом реальної роботи в лабораторії; апробує різні можливі варіанти складання схем, послідовності дій у ході дослідження, використання приладів, вимірювання фізичних параметрів та їх інтерпретації і таким чином самостійно і усвідомлено готується до виконання роботи практикуму, досконало знайомиться з методикою дослідження явища чи визначення фізичної величини або встановлення залежності між конкретними параметрами.

Ознайомившись з теоретичними відомостями та запропонованими методами і обладнанням до роботи, старшокласник використовує рекомендований програмний продукт з відтворення віртуальної лабораторної роботи. Хід віртуального експерименту максимально наближений до тих дій, котрі необхідно виконувати під час реального практикуму. Таким чином, учень має змогу достатньо досконало вивчити запропонований спосіб чи методику у ході експериментування, або визначити оптимальний варіант виконання дослідження і встановлення досліджуваної залежності. Отримані при цьому знання і навички позитивно впливають на загальну успішність і точність виконання реального

експерименту. Таким чином, виконаний віртуальний експеримент розглядається як різновекторна основа в ході виконання роботи фізичного практикуму і сприяє його вдосконаленню, бо учень здійснив попередню апробацію усіх складових і отримав конкретну інформацію про виконання роботи і можливі недоречності у ході цієї роботи.

На другому етапі виконання фізичного практикуму старшокласник виконує реальну лабораторну роботу практикуму на основі отриманого ним досвіду у ході віртуального експерименту. Результативність навчальної діяльності на цьому етапі зводиться до того, що отриманий досвід виконання комп'ютерно-змодельованої лабораторної роботи і отримані результати у віртуальному експерименті наближені до реальних (до тих, що закладені у відповідному ППЗ) і таким чином орієнтують школяра на такий кінцевий результат, який відповідає реальному з достатньою достовірністю.

За умов, що на попередньому етапі у віртуальному експерименті учень має змогу спостерігати фізичне явище, при виконанні реального дослідження, обравши для себе ефективний варіант досягнення кінцевої мети, учень має можливість глибше з'ясувати сутність фізичного явища, не витрачаючи часу на додатковий пошук оптимального способу його дослідження.

На третьому етапі старшокласник виконує віртуальний експеримент в автоматичному режимі, згідно запропонованого ППЗ, підсумком якого є майже ідеальні досліджувані в роботі закономірності або шукані фізичні величини і параметри. Програма ППЗ дозволяє одержувати готові таблиці з даними, експонувати одержані результати та графічно інтерпретувати їх. Старшокласник має змогу ознайомитися з точними залежностями і досліджуваними величинами та бажаними й очікуваними в роботі кінцевими результатами.

Порівнюючи результати віртуального дослідження з реальним, учень оцінює якість і достовірність отриманих результатів, робить відповідні висновки, за необхідності коректуючи їх.

Перевагою подібної підготовки старшокласників до виконання фізичного практикуму є достовірність отриманих результатів при правильному виконанні роботи за інструкцією, можливість глибокого усвідомлення виконання

дослідження та запроваджуваних методів, посилення значущості самостійної творчої діяльності школяра як при виконанні віртуального експерименту, так і в ході реальних дослідів, до мінімуму зводиться негативний вплив нав'язування, котре обмежує прагнення учня до самостійної діяльності в досягненні результатів для вирішення поставлених цілей, сприяє самостійності і саморозвитку школяра.

Третій етап дослідницької діяльності у ході фізичного практикуму, що пов'язаний із використанням ППЗ, яке дозволяє одержувати «ідеальні» результати, дає можливість учневі проаналізувати власні дослідження у вигляді таблиць і графіків, виявити можливі допущені помилки і повторити неправильно виконаний етап дослідження з метою наближення його до точного.

**Висновки.** Пропонована методика і відповідно створені ППЗ дозволяють успішно виконувати фізичний практикум з курсу фізики за профільними програмами й одночасно є перспективними, бо вони можуть використовуватися в організації самостійної індивідуальної роботи старшокласників, оскільки створюють у комплексі таке навчальне середовище для організації й ефективної реалізації індивідуальної самостійної роботи взагалі, і зокрема під час виконання експериментальних завдань і вправ, розв'язування фізичних задач і навчально-наукових проектів та вдосконалення практикуму з фізики, яке відповідає сучасним вимогам принципу індивідуалізації навчання та побудови навчально-виховного процесу на засадах синергетичного підходу його організації.

#### Література

1. Величко С.П. Сучасні засади розвитку системи навчального експерименту та обладнання з фізики / С.П. Величко, С.Г. Ковальов, О.А. Забара // Інноваційні технології управління якістю підготовки фахівців фізико-технологічного профілю: зб. матер. міжнар. наук. конф.; 1-2 жовт. 2013р.: текст наук. доп. – Кам'янець-Подільський, 2013. – С. 17-20.
2. Забара О.А. Організація індивідуальної роботи студентів на основі ІКТ у процесі підготовки та виконання фізичного практикуму: посібник для студентів / О.А. Забара: наук. ред.: проф. С.П. Величко. – [2-е вид., доп.]. – Кіровоград: ПП «Ексклюзив Систем», 2014. – 54 с.
3. Задорожна О.В. Методичні засади створення та використання педагогічних програмних засобів у процесі навчання фізики студентів вищих авіаційних навчальних закладів: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 / О.В. Задорожна. – Кіровоград, 2014. – 301 с.
4. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія/ авт..кол.: Ю.О.Жук, С.П.Величко, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов. За ред..Ю.О. Жука. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 180с.
5. Ковальов С.Г. Методичні засади розроблення та використання навчального обладнання для дослідження оптичного випромінювання у навчальному процесі з фізики в університетах: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 / С.Г. Ковальов. – Бердянськ, 2014. – 288 с.
6. Комп'ютерно - орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: посібник/авт..кол.: Ю.О.Жук, О.М.Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов/ за заг.ред. Ю.О.Жука. – К.: Педагогічна думка, 2011. – 152с.

7. Слободяник О.В. Методика організації самостійної роботи студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 / О.В. Слободяник. – Кіровоград, 2012. – 258 с.

8. Соменко Д.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.

#### **Відомості про авторів**

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

**Слободяник Ольга Володимирівна** – кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник відділу комп'ютерно орієнтованих засобів навчання Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, кандидат педагогічних наук.

*Коло наукових інтересів:* педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу.