

УДК 378.146:53

DOI 10.31494/2412-9208-2019-1-3-370-377

COMPETENCE APPROACH TO STUDY PHYSICAL STUDENTS USING COMPUTER MODELING

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ СТУДЕНТАМИ ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Anna TKACHENKO,

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-5326-1840>

av_tkachenko7@ukr.net

Анна ТКАЧЕНКО,

кандидат педагогічних наук,
доцент

Liudmyla KULYK,

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8636-358X>

kulyk1211@gmail.com

Людмила КУЛИК,

кандидат педагогічних наук,
доцент

Tetiana ROMANENKO,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-9790-2718>

bod_t@ukr.net

Тетяна РОМАНЕНКО,

доктор педагогічних наук, доцент

*Bohdan Khmelnytsky National
University at Cherkasy*

✉ 81 Shevchenko Boulevard,
Cherkasy, 18000

*Черкаський національний
університет*

імені Богдана Хмельницького

✉ Бульвар Шевченка, 81
м. Черкаси, Черкаська обл., 18000

Original manuscript received: October 14, 2019

Revised manuscript accepted: December 12, 2019

ABSTRACT

The article deals with the problem of future physics specialist preparation in modern conditions of cardinal updating the educational in Ukraine content, which is based on tendencies of globalization, integration, fundamentalization, humanization, continuity, differentiation, individualization, informatization, diversification, multilevel and standardization of modernity and standardization processes. It has been found out that issues that bring the content of education and its forms 1) into perspective directions of socio-economic development of the country; 2) in accordance with international educational requirements and standards, are based on the principles of a competent approach. In this regard, the problem of forming competent university graduates studying in the educational programs "Secondary Education (Physics)", "Physics and Astronomy" and "Applied Physics and Nanomaterials" under new conditions is acute.

Methodical approaches to creation and development of innovative educational environment in physics defined by the competence-oriented education paradigm, which is based on the integrated usage of modern methods, techniques, technologies and

means of ICT for forming competent graduates of physical specialists are presented. It is determined that special attention needs to be given to strengthening the practical orientation of teaching physics and the applied importance of physical knowledge in the modern conditions of creation and development of innovative educational environment in physics in higher education institutions.

It is suggested to use computer modeling of physical phenomena and processes in practical classes in order to form the students' subject competences (for example, studying the section "Optics" of the general course of physics). The article gives examples of such physical tasks in optics, the results of which can be analyzed and presented in the form of computer models or graphical dependencies, or involve the programming of certain physical dependencies for further studying by a computer model or graphical interpretation.

Key words: *competency approach, subject competence in physics, computer simulation of physical processes, physical problems, methods of teaching physics at university.*

Вступ. Нинішнє реформування та кардинальне оновлення змісту освіти Україні базується на тенденціях глобалізації, інтеграції, фундаменталізації, гуманізації, неперервності, диференціації, індивідуалізації, інформатизації, диверсифікації, багаторівневості та стандартизації відповідно до сучасних вимог світових та євроінтеграційних процесів, що, у свою чергу, обумовлює необхідність розв'язку нагальних завдань, які передбачають приведення у відповідність змісту освіти та її форм з перспективними напрямками соціально-економічного розвитку держави, міжнародними освітніми вимогами та стандартами, базуючись на засадах компетентнісного підходу. У зв'язку з цим гостро постає проблема формування компетентного випускника ЗВО в нових умовах.

У розв'язанні зазначених завдань, які стоять перед університетами України загалом та сучасною технічною і природничою професійно орієнтованою освітою зокрема, провідну роль відіграє фізика як базова наука, закономірності та принципи якої лежать в основі сучасної техніки та технологій, досягнення якої широко використовуються в різних галузях практичної діяльності людини і від яких значною мірою залежить подальший прогрес людства. Вона сприяє формуванню в майбутнього фахівця цілісних наукових уявлень про навколишній світ, найважливіші напрямки розвитку виробництва і суспільства, формує науковий стиль мислення тощо. Тому професійна діяльність майбутнього фахівця з фізики вимагає якісних знань фізичних закономірностей та умінь ефективного використання їх у майбутній практичній діяльності. З огляду на вищесказане можемо зазначити, що важливою вимогою сьогодення щодо розвитку вищої освіти є створення та розвиток інноваційного навчального середовища, що визначається компетентнісно-зорієнтованою парадигмою освіти, яка базується на комплексному використанні сучасних методів, методик, технологій та засобів ІКТ для формування компетентних випускників закладів вищої освіти. Зазначене повною мірою стосується й формування компетентних фахівців з фізики, що навчаються за освітніми програмами "Середня освіта (фізика)", "Фізика та астрономія" і "Прикладна фізика та наноматеріали".

Методи та методики дослідження: *теоретичні:* аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичних джерел з проблеми дослідження; синтез наявних підходів до процесу формування компетентного випускника закладу вищої освіти; педагогічне моделювання процесу підготовки фахівця з фізики в університеті з використанням комп'ютера; *емпіричні:* педагогічний експеримент з метою апробації запропонованих методичних підходів до формування компетентного фізика, готового і здатного до ефективної професійної діяльності в умовах сьогодення на засадах компетентнісного підходу та особистісно-орієнтованих технологій навчання.

Результати та дискусії. У вітчизняному та зарубіжному науково-педагогічному просторі на сьогодні наявний вагомий доробок напрацювань, пов'язаний з реалізацією компетентнісного підходу в навчанні загалом та формуванням і розвитком предметних компетентностей учнів і студентів з фізики зокрема, що, у свою чергу, відображає позитивні зміни в національній системі освіти на шляху до інтеграції у світовий освітній простір. Як зазначає дослідник В. Цехмійстер [Цехмійстер, 2016: 236], такі методичні підходи в навчанні є наслідкуванням тенденцій світової освітньої практики та усвідомлення педагогічною спільнотою необхідності орієнтувати освіту на формування готовності тих, хто навчається, до активної та ефективної діяльності поза стандартними ситуаціями. На його думку, компетентнісний підхід у навчанні фізики – це процес формування здатності в тих, хто навчається, результативно використовувати знання, здобуті упродовж навчання. Теоретичні основи та методологічні аспекти формування і розвитку предметної компетентності в методиці навчання фізики окреслені в працях відомих вітчизняних науковців: П. Атаманчука, Л. Благодаренко, В. Вовкотруба, В. Бургун, С. Величка, М. Галатюка, О. Ніколаєва, Н. Подопригори, М. Садового, О. Трифонової, В. Шарко, М. Шута та ін.

Слід також відмітити, що значна кількість науковців дотримується ідеї реалізації задачного підходу в процесі формування предметної компетентності з фізики, що знайшло відображення в працях С. Гончаренка, Є. Коршака, О. Сергєєва, А. Павленка, С. Муравського, Л. Благодаренко, Л. Кулик та ін. Зокрема, дослідниця С. Шерстюк [Шерстюк, 2016: 239] пропонує реалізувати компетентнісний підхід у навчанні фізики шляхом розв'язування фізичних задач технічного змісту, що забезпечує формування здатностей до наукового пізнання. Науковці Ю. Мельник та В. Сіпій [Мельник, 2018] досліджують теоретичні й практичні питання методики компетентнісно орієнтованого навчання фізики та особливості формування предметної компетентності засобами фізичних задач, а також наголошують на тому, що використання практико-орієнтованих фізичних задач із застосуванням комп'ютерних технологій відіграє провідну роль під час формування й розвитку предметної компетентності з фізики, у той час, як прикладна спрямованість курсу фізики має передбачати орієнтацію змісту, методів і форм навчання на застосування фізики в техніці, суміжних науках,

професійній діяльності, народному господарстві та побуті.

З огляду літературних джерел можемо зауважити, що особливої уваги потребує посилення практичної спрямованості навчання фізики й прикладне значення фізичних знань в сучасних умовах створення та розвитку інноваційного навчального середовища з фізики у закладах вищої освіти. При цьому слід зазначити, що у проаналізованих науково-методичних джерелах нами виявлено, що належної уваги методичним підходам щодо формування предметних компетентностей студентів під час опанування загальним курсом фізики з використанням комп'ютерного моделювання приділено не було.

З аналізу науково-педагогічних досліджень [Муравський, 2015; Пінчук, 2011; Ніколаєв, 2013; Соколюк, 2015; Бургун, 2014] нами встановлено, що формування та розвиток предметних компетентностей відбувається безпосередньо у процесі навчальної діяльності студентів, а власне предметна компетентність студента є не що інше, як встановлення студентом зв'язку між наявними знаннями і ситуацією, його здатність виявити процедуру (знання і дія), яка є оптимальною для вирішення конкретної проблеми (задачі). З огляду літературних джерел нами також визначено, що одним із шляхів формування предметної компетентності з фізики є розв'язування фізичних задач. Тому, враховуючи зазначене, методологічною основою розвитку компетентностей з фізики у студентів університетів нами обрано індивідуальний підхід, який передбачає комплексне використання засобів ІКТ (зокрема, комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів) у процесі самостійного розв'язування завдань з фізики.

Метою нашого дослідження є розробка методичних підходів щодо формування предметної компетентності студентів фізичних спеціальностей у процесі розв'язування фізичних задач з використанням комп'ютерного моделювання.

Ми пропонуємо використовувати комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів з метою формування предметних компетентностей студентів з фізики на прикладі вивчення розділу "Оптика" загального курсу фізики. Нами підібрано низку фізичних задач, результати яких можуть бути проаналізовані та представлені у вигляді комп'ютерних моделей чи графічних залежностей або передбачають програмування певних фізичних залежностей з метою їх подальшого дослідження за допомогою комп'ютерної моделі чи графічної інтерпретації. Такі задачі ми використовуємо на підставі того, що навчальними планами підготовки бакалаврів, що навчаються за освітніми програмами "Середня освіта (фізика)", "Фізика та астрономія" і "Прикладна фізика та наноматеріали" передбачено вивчення значної кількості різноманітних комп'ютерних навчальних дисциплін, зокрема: інформатика та програмування, мови програмування, апаратне та програмне забезпечення персональних комп'ютерів, об'єктно-орієнтоване програмування, технічні засоби та інформаційні технології навчання, інструментальні засоби комп'ютерного моделювання, комп'ютерне

модельовання фізичних процесів тощо. Наводимо приклади таких фізичних задач, яку ми пропонуємо виконати студентам самостійно в якості домашнього завдання після вивчення теми “Фотометрія” на практичних заняттях з оптики, що сприяє формуванню та розвитку предметних компетентностей з фізики.

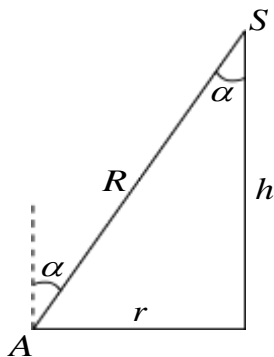
Задача 1. Здійснити аналіз залежності освітленості горизонтальної поверхні стола від: а) висоти, на якій знаходиться точкове джерело світла ($\alpha = \text{const}$); б) кута падіння променів (при $h = \text{const}$) [Ткаченко, 2012: 135-136].

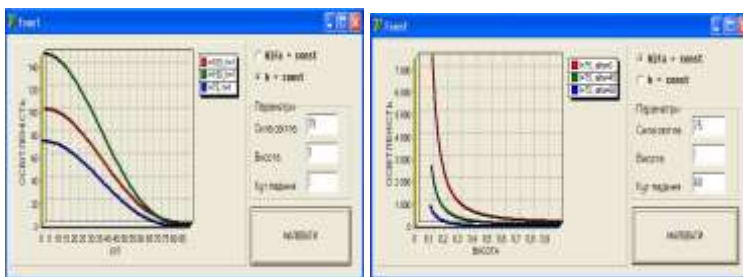
Для модельовання задачі студенту потрібно її розв’язати спочатку аналітично (необхідно використати фізичні залежності та відповідний математичний апарат) для того, щоб отримати кінцеву формулу, яка послугує вихідним матеріалом для подальшої роботи по створенню комп’ютерної програми і отримання графічної залежності. Таким чином значною мірою активізується мислення, пам’ять, самостійність, практична спрямованість набутих знань, відбувається формування дослідницько-експериментаторських вмінь та навичок, самовираження та самовдосконалення тощо.

Крок 1 (Розрахункова частина). Студент має здійснити аналітичний розв’язок задачі (активізуються теоретичне та практичне мислення, пам’ять, актуалізуються набуті знання, вміння та навички). Формула освітленості E , яка є основним рівнянням фотометрії – законом Ламберта, буде мати вигляд: $E = (I/R^2)\cos\alpha$, де R – відстань від джерела до освітлювальної поверхні, α – кут між зовнішньою нормаллю до освітлювальної поверхні і напрямом на джерело. За теоремою Піфагора $R = \sqrt{h^2 + r^2}$, а $r = htg\alpha$. Тоді $R = h\sqrt{1 + tg^2\alpha}$. Для випадку а) $E = f(\varphi)$, $h = \text{const}$, величину I можна задати. Для випадку б) $E = f(h)$, $\varphi = \text{const}$, величину I також можна задати.

Крок 2. Створення комп’ютерної програми.

Крок 3. Графічна частина та інтерпретація одержаних результатів.





а)

б)

Рис.1. Графічна інтерпретація результатів дослідження:

а) залежність освітленості горизонтальної поверхні стола від кута падіння променів (при $h = const$); б) залежність освітленості горизонтальної поверхні стола від висоти, на якій знаходиться джерело світла ($\alpha = const$)

У такий спосіб ми формуємо та розвиваємо предметну компетентність студентів з фізики, показниками якої є здатність до систематичності і організованості, самостійності у пошуку розв'язання певної проблеми (у даному випадку – фізичної задачі), формування орієнтувальних, виконавчих і контрольних дій у пізнавальній діяльності, повнота та мобільність знань, умінь і навичок, здатність до самооцінки та рефлексії тощо.

Висновки. На нашу думку, такі фізичні задачі, які передбачають комп'ютерне моделювання фізичних явищ (процесів, залежностей) виступають ефективним та дієвим засобом формування предметної компетентності студентів з фізики, а також сприяють активізації самостійної пізнавальної діяльності студентів, самостійному визначенню конкретних цілей міні-дослідження, планування власної пізнавальної діяльності, розвивають прагнення пізнавально-пошукової діяльності, забезпечують практичну реалізацію та вдосконалення набутих знань, умінь і навичок, забезпечують реалізацію принципу інтеграції знань (комп'ютерних навчальних дисциплін і фізики) та у підсумку – належну підготовку майбутніх фахівців з фізики.

Подальші наукові розвідки вбачаємо у вивченні методичних особливостей систематичного застосування засобів ІКТ у процесі формування предметної компетентності студентів з фізики у ЗВО.

Література

1.Цехмістер В.А. Предметна компетентність як особистісна характеристика учня під час розв'язування фізичних задач старшої школи/ В.А. Цехмістер// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісної якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 22. – С. 236-239.

2.Шерстюк С.О. Задачі технічного змісту у навчанні фізики як засіб

формування в учнів здатності до наукового пізнання / С.О. Шерстюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісної якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 22. – С. 239-241.

3. Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. / Ю.С. Мельник, В.В. Сіпій. – К: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. – 136с.

4. Муравський С.А. Формування предметної компетентності у студентів у процесі складання і розв'язування фізичних задач: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 / Муравський Сергій Анатолійович. – Кіровоград, 2015. – 236 с.

5. Пінчук О.П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ольга Павлівна Пінчук; НПУ імені М.П. Драгоманова. – Київ, 2011. – 20 с.

6. Ніколаєв О.М. Виділення критеріїв предметної компетентності майбутнього вчителя фізики / О.М. Ніколаєв // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 216–219.

7. Колесник М.І., Соколюк О.М. Реалізація компетентнісного підходу у навчальному середовищі через засоби ІКТ / М.І. Колесник, О.М.Соколюк // Збірник праць Шостої міжнародної конференції «Нові інформаційні технології в освіті для всіх: навчальні середовища» [Під ред. Гриценко В.І.]. – К., 2015. – С. 405 – 411.

8. Бургун І.В. Розвиток навчально-пізнавальних компетенцій учнів основної школи в навчанні фізики: монографія / І.В. Бургун. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 528 с.

9. Ткаченко А.В. Навчальний фізичний експеримент з оптики як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів.- Дисертація канд. пед. наук: 13.00.02, Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2012.- 200 с.

References

1. Tsehmiyster V.(2016). Predmetna kompetentnist yak osobistisna charakteristika uchnya pid chas rozv'yazuvannya fizichnih zadach starshoyi shkoli [Subject competence as a personal characteristic of the student in solving physical problems of high school], Zbirnik naukovih prats Kam'yanets-Podilskogo natsionalnogo unversitetu Imeni Ivana Ogienka – Kam'yanets-Podilskiy, 22, 236-239 [in Ukrainian].

2. Sherstyuk S.(2016). Zadachi tehnicznego zmistu u navchanni fiziki yak zasib formuvannya v uchniv zdatnosti do naukovogo piznannya [Problems of technical content in the teaching of physics as a means of developing the ability of students to scientific knowledge], Zbirnik naukovih prats Kam'yanets-Podilskogo natsionalnogo universitetu imeni Ivana Ogienka – Kam'yanets-Podilskiy, 22, 239-231 [in Ukrainian].

3. Melnik Yu., Sipi V. (2018). Formuvannya predmetnoyi kompetentnosti starshoklasnikiv u protsesi navchannya flziki [Formation of subject competence of high school students in the process of teaching physics], Kyiv TOV« KONVI PRINT» [in Ukrainian].

4. Muravskiy S. (2015). Formuvannya predmetnoyi kompetentnosti u studentiv u protsesi skladannya irozv'yazuvannya fizichnih zadach: dis. ... kandidata ped. nauk: 13.00.02 [Formation of subject competence in students in the process of composing and solving physical problems], Kirovohrad [in Ukrainian].

5. Pinchuk O. (2011). Formuvannya predmetnih kompetentnostey uchniv osnovnoyi shkoli v protsesi navchannya flziki zasobami multimedlynih tehnology: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.02 [Formation of subject competences of elementary school students in the process of teaching physics by means of multimedia technologies], Kyiv: NPU imeni M.P. Dragomanova [in Ukrainian].

6. Nikolaev O. (2013). Vidilennya kriteriyiv predmetnoyi kompetentnosti maybutnogo vchitelya fiziki [Selection of criteria for subject competence of the future physics teacher], *Visnik Chernigivskogo natsionalnogo pedagogichnogo universitetu*, 109, 216–219 [in Ukrainian].

7. Kolesnik M., Sokolyuk O. (2015). Realizatsiya kompetentnogo pidhodu u navchalnomu seredovishchil cherez zasobi IKT [Implementing a competency-based approach in the learning environment through ICT], *Zbirnik prats Shostoyi mizhnarodnoyi konferentsiyi – Kyiv*, 406–411 [in Ukrainian].

8. Burgun I. (2014). Rozvitok navchalno-piznavalnih kompetentsiy uchniv osnovnoyi shkoli v navchanni flziki: monografiya [Development of educational and cognitive competences of elementary school students in teaching physics]. Herson: GrIn D.S. [in Ukrainian].

9. Tkachenko A. (2012). Navchalniy fizichniy eksperiment z optiki yak zasib aktivizatsiyi piznavalnoyi diyalnosti studentiv.- Disertatsiya kand. ped. nauk: 13.00.02 [Educational physical experiment in optics as a means of activating students' cognitive activity], Kirovograd: Kirovogr. derzh. ped. un-t im. Volodimira Vinnichenka [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто проблему підготовки майбутнього фахівця з фізики в сучасних умовах кардинального оновлення змісту освіти України, яке базується на тенденціях глобалізації, інтеграції, фундаменталізації, гуманізації, неперервності, диференціації, індивідуалізації, інформатизації, диверсифікації, багаторівневості та стандартизації відповідно до сучасних вимог світових та євроінтеграційних процесів. З'ясовано, що наразі актуальними виступають питання, які передбачають приведення у відповідність змісту освіти та її форм з перспективними напрямками соціально-економічного розвитку держави та міжнародними освітніми вимогами й стандартами, базуючись на засадах компетентнісного підходу. У зв'язку з цим гостро постає проблема формування компетентних випускників університетів, що навчаються за освітніми програмами «Середня освіта (фізика)», «Фізика та астрономія» і «Прикладна фізика та наноматеріали» у нових умовах.

Представлено методичні підходи до створення та розвитку інноваційного навчального середовища з фізики, що визначається компетентнісно-зорієнтованою парадигмою освіти, яка базується на комплексному використанні сучасних методів, методик, технологій та засобів ІКТ для формування компетентних випускників фізичних спеціальностей університетів. Визначено, що особливої уваги потребує посилення практичної спрямованості навчання фізики й прикладне значення фізичних знань в сучасних умовах створення та розвитку інноваційного навчального середовища з фізики у закладах вищої освіти.

Запропоновано на практичних заняттях використовувати комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів з метою формування предметних компетентностей студентів з фізики (на прикладі вивчення розділу «Оптика» загального курсу фізики). У статті наведено приклади таких фізичних задач з оптики, результати яких можуть бути проаналізовані та представлені у вигляді комп'ютерних моделей чи графічних залежностей або передбачають програмування певних фізичних залежностей з метою їх подальшого дослідження за допомогою комп'ютерної моделі чи графічної інтерпретації.

Ключові слова: компетентнісний підхід, предметна компетентність з фізики, комп'ютерне моделювання фізичних процесів, фізичні задачі, методика навчання фізики у ЗВО.