

Реалізація міжпредметних зв'язків для підвищення якості підготовки студентів коледжів з фізики та математики засобами інформаційних комп'ютерних технологій

Н. К. Крамар¹, В. М. Крамар^{2*}, В. Л. Нацок³

¹Педагогічний коледж Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича,

²Кафедра загальної фізики Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича,

³Чернівецький індустріальний коледж, м. Чернівці, Україна

*Corresponding author. E-mail: v.kramar@chnu.edu.ua

Paper received 25.01.18; Revised 08.01.18; Accepted for publication 29.01.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-PP2018-154V164-07>

Анотація. Проаналізовані шляхи реалізації міжпредметних зв'язків у процесі викладання фізики і математики у системі вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації (коледжі) засобами інформаційних комп'ютерних технологій з метою підвищення якості фізико-математичної студентів.

Ключові слова: фізика, математика, інформаційні комп'ютерні технології, навчання.

**Я чув, та забув.
Я бачив і запам'ятав.
Я робив і зрозумів.
Зроблене власноруч
виготовленим інструментом
я не забуду ніколи!**
Китайська поговорка

Система освіти України передбачає необхідність створення рівних умов для одержання молоддю загальної середньої освіти у навчальних закладах різних типів і статусів. Зокрема, середню освіту рівня старшої школи забезпечують вищі навчальні заклади I-II рівня акредитації – коледжі, на молодших курсах яких, поряд з дисциплінами спеціалізації викладаються загальноосвітні дисципліни, серед яких – математика, інформатика та фізика. Попри те, що усі з них відносяться до обов'язкових дисциплін, а з математики передбачається обов'язкова атестація у формі ЗНО, існують загальні для усіх коледжів проблеми у реалізації якісної фізико-математичної підготовки студентів, незалежно від обраної ними спеціальності. Корені цих проблем криються в наступному.

По-перше, вступаючи до коледжу, абітурієнт обирає спеціальність керуючись прагненням отримати бажану професію. Оскільки коледжі не здійснюють підготовки фахівців у галузі фізики та математики, то шанувальників цих шкільних предметів серед абітурієнтів, здебільшого, немає. До того ж, більшість студентів-першокурсників не пов'язують фахову підготовку з необхідністю поглибленої фізико-математичної підготовки.

По-друге, на відміну від учнів шкільних класів, зовнішні умови підготовки яких, в основному, однакові, студентські групи формуються з осіб, що мають різний початковий рівень знань з усіх предметів. Тож, до труднощів, викликаних внутрішніми, індивідуально визначеними, умовами, тут додаються проблеми, пов'язані з суттєвою диференціацією вхідного рівня знань з кожної дисципліни, відсутністю загальних навчальних компетенцій (у тому числі й навиків самостійної навчальної діяльності), проблеми адаптації (зміна місця та системи організації навчання), послабленням батьківського впливу тощо.

Зазначені вище чинники загальновідомі (див., наприклад, [1 – 3]), вони не сприяють формуванню усві-

домленого прагнення до вивчення математики і фізики. Для зменшення їхнього впливу рекомендується використання ряду загальних методів, наприклад, таких:

- здійснення в студентських групах з перших тижнів навчання активної інформаційно-виховної роботи (інформування про складові навчального плану, взаємозв'язок навчальних дисциплін, місце і роль математики та фізики у підготовці фахівця з обраної спеціальності не тільки на рівні молодшого спеціаліста, але на вищих освітніх ступенях і т.п.);

- уведення в навчальний план першого семестру пропедевтичного курсу фізики з елементами математики;

- упровадження методик індивідуальних і групових проектів фахового спрямування з необхідністю застосування знань і умінь, що набуваються під час вивчення математики і фізики;

- використання інших інноваційних, у тому числі й інформаційних комп'ютерних технологій (ІКТ).

Застосування цих методів, безумовно, відіграє позитивну роль, проте протягом останнього десятиліття спостерігається стрімке зниження ефективності кожного з них, у тому числі й методик з використанням ІКТ, які мають величезний потенціал для підвищення якості фізико-математичної підготовки [4 – 5].

Вказане явище становить ще одну педагогічну проблему, яка потребує розв'язання. Мета даної статті полягає в обговоренні причин виникнення проблеми зниження зацікавленості до вивчення фізики і математики та можливих кроків на шляху до її подолання.

Однією з вагомих причин проблем з якістю навчання молоді є проникнення в повсякденне життя сучасної людини інформаційно-комунікаційних засобів, ІКТ в галузі розваг та безконтрольне їх використання дітьми, починаючи з дошкільного віку. Детальний аналіз наслідків таких процесів на навчальну діяльність студентів наведений у роботі [6], однак у питанні їх впливу на здатність до навчання в галузі фізико-математичних наук є, на нашу думку, певні особливості. Засвоєння нових знань у цій галузі, як в жодній іншій, вимагає наявності в учня розвинутих навичок до аналітичного мислення, абстракцій, сприйняття модельних уявлень, безпосередня візуалізація яких іноді неможлива у принципі, а також побудови логічних зв'язків між явищами, фактами і поняттями.

У „докомп’ютерні” часи дитина пізнавала світ, використовуючи візуальний, аудіальний та кінестетичний канали сприйняття. Спостерігаючи за своїм оточенням, дотикаючись до предметів, чуючи звуки, дитина формувала в своїй уяві певні мисленнєві образи, запам’ятовувала їх, фіксувала зв’язки між ними і використовувала у подальшому розвитку. Швидкість і повнота сприйняття кожним з названих каналів у кожної дитини різна, залежно від генетично визначених схильностей. Попри те, усі вони були задіяні. Слухаючи казочки, пісеньку, віршик, дитина „вмикала” свою уяву і, використовуючи наявні мисленнєві образи, поняття та зв’язки, формувала нові, абстрактні, образи, будувала певні логічні ланцюги. Це сприяло розвитку логіки, аналітичного мислення, здатності до абстрагування, узагальнення та формуванню і розширенню можливостей ще одного каналу сприйняття – дигітального (засвоєння інформації шляхом концентрації на абстрактно-логічних образах) [7].

Нині ж, з раннього періоду розвитку дитини спілкування з батьками (читання казок, розповіді, співаночки) замінюється переглядом нею мультфільмів, а потім – комп’ютерними іграми і т.п. За цих умов відпадає потреба уявляти невідомий раніше об’єкт – вона бачить його образ на екрані телевізора чи на моніторі комп’ютера. Тому зникає потреба у розвитку навичок абстрактного мислення, спрощується уявлення про спостережуваний об’єкт або явище – замість формування абстрактно-логічного сприймається візуальний образ (характерні риси якого не завжди адекватні якостям оригіналу).

Як наслідок, уявлення про навколишній світ формуються на основі повсякденного емпіричного досвіду та знаннях, отриманих під час перегляду мультфільмів або комп’ютерних ігор, а вони часто виявляються хибними. Так, результати досліджень [8, 9] свідчать про те, що знання з фізики в учнів середньої школи, а іноді й студентів вищих навчальних закладів складаються з невеликої кількості фактів і рівнянь, чого замало для інтерпретації навіть простих фізичних явищ, спостережуваних у повсякденному житті. Хибні фізичні концепції – джерело труднощів при пошуку адекватних шляхів вирішення конкретних навчальних або прикладних задач.

Указаний спосіб пізнання світу спричиняє в подальшому труднощі з розумінням студентом навчального матеріалу, що висвітлюється під час лекції, та небажання здобувати знання шляхом опрацювання навчальної літератури (підручника, посібника), оскільки цей процес виявляється для нього довгим, а іноді – виснажливим. Тому, виконуючи навчальні задачі, студенти замінюють процес пошуку їх розв’язку простішими діями, які значно швидше дають відповідь – знаходять її у відповідних базах даних, доступних у мережі Інтернет. Знайдену інформацію більшість з них сприймають як візуальний об’єкт (формулу, фрагмент тексту, схему і т.п.), вважаючи це вичерпною відповіддю на поставлене питання і не пов’язуючи його з суттю навчального матеріалу, що приводить до появи проблем з його розумінням. Це, на нашу думку, і є найголовнішою з причин низької якості знань випускників шкіл з математики і фізики, а тому й відсутності зацікавленості до їх подальшого вивчення.

Водночас, навіть коли засвоєння професійно орієнтованих дисциплін з яких не потребує глибоких знань з фізики та математики, необхідно мати базове розуміння принципів, що лежать в основі сучасних технологій, які дедалі ширше впроваджуються у побут людини: контактні лінзи, Інтернет-окуляри, „екран на чотири стіни”, голографічні об’єкти, гнучкий екран, безпілотний автомобіль, GPS-навігація, цифрове телебачення, нанотехнології та ін. [10, 11]. Більшість же випускників шкіл у різних країнах не має такого розуміння [12]. Єдино можливим шляхом вирішення цієї проблеми є належна організація та впровадження ефективної системи фізико-математичної підготовки, яка враховувала б зміни у шляхах і способах сприйняття ними інформації.

Відомо, що методологічно курси математики і фізики розкриваються по-різному. Математика – наука алгоритмічна, вона розкривається на системі цілеспрямовано підібраних задач. Значне місце в ній займають сюжетні (текстові) задачі, які дають студенту знання, на основі яких формуються важливі уміння і навички. У процесі розв’язання таких задач відпрацьовуються уміння:

- виконувати операції аналізу і синтезу, абстрагування і конкретизації,
- проводити міркування за аналогією,
- узагальнювати способи розв’язання типових задач,
- знаходити ознаки абстрактних математичних понять в реальних об’єктах, встановлюючи зв’язок теоретичних знань з математикою з життям.

Методологічною основою фізичної освіти є експеримент. Вивчення теоретичного матеріалу важливе, проте недостатнє для формування цілісного й адекватного світосприйняття („я чув, та забув”).

У процесі викладання фізики студентам коледжів надзвичайно важливу роль відіграє демонстраційний експеримент, метою якого є ілюстрація пояснювального матеріалу, перевірка гіпотез, сформульованих у ході його попереднього обговорення, розкриття можливості застосування вивчених фізичних явищ і законів, збудження інтересу до вивчення фізики. До того ж демонстраційний експеримент дає змогу безпосередньо спостерігати фізичні явища, акцентувати увагу студента та залучати механізм його зорової пам’яті („я бачив і запам’ятав”). Проте він має ряд суттєвих недоліків.

По-перше, він забезпечує можливість пасивного сприйняття, без активної дії студента. По-друге, під час демонстрації слухач не працює з приладами, а тільки свідоме виконання ним фізичного досліду забезпечує йому розуміння суті явища, або процесу, що вивчається („я робив і зрозумів”). Розуміння ж мотивує подальшу пізнавальну діяльність. Реалізувати її, забезпечивши адекватне розуміння навчального матеріалу, дає змогу організація відповідного фізичного практикуму, важливість якого у процесі навчання визнається як науковцями, так педагогами-практиками [12, 13].

Разом з тим, прискорити, а часто і спростити сприйняття навчального матеріалу можна за допомогою методів комп’ютерного моделювання – постановкою віртуальних фізичних експериментів. Адже у

процесі навчання фізиці натурний експеримент відіграє хоча й важливу, але допоміжну роль – демонструє перебіг фізичних процесів та ілюструє фізичні явища [14]. Для усвідомлення усіх їх сторін потрібно уміти створювати і працювати з відповідними фізичними моделями, розуміти межі їх застосування, а оскільки без моделі немає теорії, то роль моделювання у вивченні фізики не нижча, аніж роль експерименту [14, с. 95].

Для постановки віртуальних експериментів у навчанні фізиці розроблені різноманітні комп'ютерні додатки – електронні таблиці, комп'ютерні лабораторії, мультимедійні презентації і анімації, засоби моделювання, дослідницькі середовища й інтелектуальні наставники [13, 15, 16]. Вони пропонують нові можливості, що дають можливість студентам:

- формувати уявлення про фізичні явища і закони шляхом висловлення гіпотез та аналізу можливості їх реалізації;

- визначати параметри моделі та маніпулювати ними, що сприяє розвитку розуміння взаємозв'язків між змінними і явищами;

- використовувати різноманітне унаочнення (зображення, анімації, графіки, векторні і числові відображення даних), що корисне для розуміння основних концепцій, відношень і процесів;

- висловлювати свої уявлення та будувати моделі устрою навколишнього світу;

- досліджувати швидкоплинні процеси і явища, які важко відтворити наживо через їх складність, або відсутність технічної можливості, або необхідність великих витрат часу;

- здійснювати віртуальне експериментування у позаурочний час, самостійно, на домашньому комп'ютері.

До того ж, фізичні явища у мікро- та наноструктурах, квантових системах і взаємодії полів різної природи важко, а іноді й неможливо спостерігати в натурному експерименті. Усе це, разом зі стрімким удосконаленням комп'ютерного обладнання та ІКТ-додатків, робить віртуальний експеримент настільки привабливим, що висловлюються припущення про можливість повного витіснення ним натурного експерименту з навчального процесу (див., наприклад, [17, с. 5]).

Викладання фізики у рамках програми старшої школи покликане поглиблювати раніше сформовані в основній школі уявлення. Присутність і роль комп'ютерного моделювання у цьому процесі повинні зростати, оскільки дослідити характеристики, необхідні для розуміння природи та властивостей досліджуваного явища, можна тільки шляхом їх виокремлення і аналізу у рамках створеної моделі. Це можна робити аналітично-теоретичним шляхом, проте це потребує чималих витрат часу на вивід математичних

співвідношень та їх аналіз, що ускладнює засвоєння суті досліджуваного явища. Можливості комп'ютерного моделювання дозволяють значно скоротити цей шлях. Проте, на цьому шляху виникає ще одна проблема – для підготовки як експерименту, так і студента до його виконання також потрібні великі витрати часу, що не передбачається навчальним планом.

Вирішення цієї проблеми можливе шляхом налагодження міжпредметних зв'язків і чіткої координації дій викладачів фізики, математики та інформатики. Нами розроблено план такої взаємодії, у рамках виконання якого на заняттях з математики формулюються текстові задачі фізичного змісту, розв'язання яких потребує знань, навичок і умінь з відповідних розділів математики. Тут математична модель фізичного явища, суть якого попередньо висвітлена на заняттях з фізики, аналізується, досліджуються її властивості, виводяться необхідні співвідношення і виконуються обчислення. У процесі аналізу її властивостей використовуються ІКТ (система динамічної математики *Geo Gebra*, *MS Power Point* та *SMART Notebook*), здійснюється візуалізація інформації з метою поглибленого усвідомлення студентами математичних означень і пов'язаних з ними фізичних понять.

Оскільки таким способом здійснюється вивчення не явища, а його моделі, то обов'язковим етапом вивчення має бути співставлення образу, сформованого на основі моделі, та оригіналу, тобто постановки натурного експерименту, що здійснюється у рамках фізичного практикуму.

Необхідні навички роботи з програмними продуктами, що використовуються для аналізу моделі та обробки результатів натурного експерименту набуваються у комп'ютерному класі на заняттях з інформатики.

Використання такої технології суттєво покращує сприйняття навчального матеріалу з усіх названих дисциплін, оскільки студент бачить взаємозв'язок між навчальним матеріалом кожної з них, а тому у нього з'являється мотивація до їх вивчення. Виконання викладачем під час пояснення теоретичного матеріалу відповідних побудов і аналізу засобами візуалізації, що надаються можливостями *Geo Gebra*, *MS Power Point* та *SMART Notebook*, виконання студентом на практичних і лабораторних заняттях відповідних вимірювань і обчислень, побудова і аналіз графіків отриманих залежностей дає змогу задіяти усі доступні йому способи сприйняття. Це сприяє не тільки розумінню навчального матеріалу, але й виробленню алгоритмів виконання необхідних операцій, формуванню навичок щодо отримання, аналізу і усвідомленого запам'ятовування нової інформації. Адже: „Зроблене власноруч виготовленим інструментом я не забуду ніколи”.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булатова Г.Х. О проблемах преподавания физики в колледже // Физика в школе, 2016. S3. С.195–197.
2. Ерофеева Г.В., Складорова Е.А. Преподавание физики в техническом ВУЗе на современном этапе // Вестник ТГПУ, 2012. 4 (119). С. 248-250.
3. Быбина Н.Н. Обучение физике студентов колледжа на основе поэтапного использования средств знаково-образной наглядности // Вестник Челябинского гос. пед. ун-та, 2011. 7. С. 50-57.
4. Goos M., Galbraith P., Renshaw P., Geiger V. Perspectives on technology mediated learning in secondary school mathematics classrooms // journal of Mathematical Behavior, 2003. 22. P. 73-89.
5. Nguyen N., Williams J., Nguyen T. The use of ICT in teach-

- ing tertiary physics: Technology and pedagogy // Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 2012. 13, Issue 2, Article 6. P. 1.
6. Остапійовська І.І. Негативний вплив Інтернету на студентів педагогічних спеціальностей у процесі навчання // Наук. вісник Миколаївського нац. ун-ту ім. В.О Сухомлинського, 2015. 1(48). С. 239-244.
 7. Восприятие информации человеком [Электронный ресурс]: Психология человека // Электрон. научн. изд. Psych.info. 2015. Режим доступа : <http://psych.info/psihologiya-lichnosti/vospriyatie/vospriyatie-informatsii-chelovekom.html>.
 8. Whitaker R.J. Aristotle is not dead: student understanding of trajectory motion // American Journal of Physics, 1983. 51. P. 352-357.
 9. Halloun I.A., Hestenes D. Common sense concepts about motion // American Journal of Physics. 1985. 53. P. 1056-1065.
 10. Кайку М. Фізика майбутнього. Львів: Літопис, 2013.
 11. Шмідт Е., Коен Дж. Новый цифровой світ. Львів: Літопис, 2015.
 12. Chiaverina C., Vollmer M. Learning physics from the experiments [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.120.6965>.
 13. Tesch M. Das Experiment im Physikunterricht: Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie. Kiel: IPN, 2005.
 14. Толстик А.М. Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании // Физическое образование в вузах, 2002. 8 (2). С. 94-102.
 15. Jimoyiannis A., Komis V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion // Computers & Education, 2001. 36 (2). P. 183-204.
 16. Teaching Advanced Physics [Электронный ресурс] // Режим доступа : http://tap.iop.org/?_ga=1.166587638.938542285.1463768799
 17. Ким В.С. Виртуальные эксперименты в обучении физике. Уссурийск: Изд. ДВФУ, 2012.

REFERENCES

1. Bulatova, G.Kh. On the problems of teaching physics in college // Physics at school, 2016. S3. P.195–197 (in Russian).
2. Erofeeva, G.V., Sklyarova, E.A. Teaching physics in technical higher educational institutes at present // TSPU Bulletin, 2012. 4 (119). P. 248-250 (in Russian).
3. Bybina, N.N. College students' teaching physics on the basis of the stage-by-stage usage of figurative and symbolic demonstration aids // Herald of Chelyabinsk St. Pedagogical Univ., 2011. 7. P. 50-57 (in Russian).
4. Goos M., Galbraith P., Renshaw P., Geiger V. Perspectives on technology mediated learning in secondary school mathematics classrooms // journal of Mathematical Behavior, 2003. 22. P. 73-89.
5. Nguyen N., Williams J., Nguyen T. The use of ICT in teaching tertiary physics: Technology and pedagogy // Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 2012. 13, Issue 2, Article 6. P. 1.
6. Ostapiovska, I.I. Negative influence of the Internet on students of pedagogical specialties in the educational process // Scientific Herald of Nikolayev Nation. Univ., 2015. 1(48). P. 239-244 (in Ukrainian).
7. Perception of information by man [Electronic resource]: Human psychology // Psych.info. 2015. Access point : <http://psych.info/psihologiya-lichnosti/vospriyatie/vospriyatie-informatsii-chelovekom.html>.
8. Whitaker, R.J. Aristotle is not dead: student understanding of trajectory motion // American Journal of Physics, 1983. 51. P. 352-357.
9. Halloun, I.A., Hestenes, D. Common sense concepts about motion // American Journal of Physics. 1985. 53. P. 1056-1065.
10. Kaku, M. Physics of the Future: How science will shape human destiny and our daily lives by the year 2100. N-Y: Barnes & Noble, 2011.
11. Schmidt, E., Cohen, J. The new digital age. N-Y: Random House LLC, 2012.
12. Chiaverina, C., Vollmer, M. Learning physics from the experiments [Electronic resource] // Access point : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.120.6965>.
13. Tesch, M. Das Experiment im Physikunterricht: Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie. Kiel: IPN, 2005.
14. Tolstik, A.M. The role of computer experiment in physical education // Physics in higher education, 2002. 8 (2). P. 94-102.
15. Jimoyiannis, A., Komis, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion // Computers & Education, 2001. 36 (2). P. 183-204.
16. Teaching Advanced Physics [Electronic resource] // Access point : http://tap.iop.org/?_ga=1.166587638.938542285.1463768799
17. Kim, V.S. Virtual experiments in teaching physics. Usuriysk: Publish. House DVFU, 2012 (in Russian).

Realization of interdisciplinary connections for improving the quality of college students' training on physics and mathematics by use of information computer technologies

N. K. Kramar, V. L. Natsiuk, V. M. Kramar

Abstract. The ways of realization of interdisciplinary connections in the process of teaching physics and mathematics in the system of higher educational institutions of the I-II level of accreditation (college) by means of information computer technologies are analyzed in order to improve the quality of students' training on these disciplines.

Keywords: physics, mathematics, informational computer technologies, teaching.

Реализация межпредметных связей для повышения качества подготовки студентов колледжей по физике и математике с помощью информационных компьютерных технологий

Н. К. Крамар, В. М. Крамар, В. Л. Нацюк

Аннотация. Проанализованы пути реализации межпредметных связей в процессе преподавания физики и математики в системе высших учебных заведений I-II уровня аккредитации (колледжи) с помощью информационных компьютерных технологий с целью повышения качества физико-математической подготовки студентов.

Ключевые слова: физика, математика, информационные компьютерные технологии, обучение.