

ISSN 2410-7816

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ЧАСОПИС

НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА



Серія 3

**ФІЗИКА І МАТЕМАТИКА
У ВИЩІЙ І СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ**

Випуск 21

Київ
Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова
2019

ФАХОВЕ ВИДАННЯ
затверджено наказом Міністерства освіти і науки України (додаток 9)
від 22.12.2016 р. № 1604 (педагогічні науки)

Державний комітет телебачення і радіомовлення України
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 8809 від 01.06.2004 р.

*Схвалено рішенням Вченої ради НПУ імені М. П. Драгоманова
(протокол № 6 від 27 грудня 2019 р.)*

Редакційна рада:

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| <i>В. П. Андрущенко</i> | – | доктор філософських наук, професор, академік НАПН України, член-кореспондент НАН України, ректор НПУ імені М. П. Драгоманова (<i>голова Редакційної ради</i>); |
| <i>В. П. Бех</i> | – | доктор філософських наук, професор; |
| <i>В. І. Бондар</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>В. Б. Євтух</i> | – | доктор історичних наук, професор, академік НАН України; |
| <i>І. І. Дробот</i> | – | доктор історичних наук, професор; |
| <i>М. І. Жалдак</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>Л. І. Мацько</i> | – | доктор філологічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>О. С. Падалка</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України; |
| <i>В. М. Синьов</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>Г. М. Торбін</i> | – | доктор фізико-математичних наук, професор (<i>заступник голови Редакційної ради</i>); |
| <i>М. І. Шут</i> | – | доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України. |

Відповідальний редактор – М. І. Шут

Відповідальні секретарі – О. В. Шкільний, О. С. Паращич

Редакційна колегія серії:

- | | | |
|---------------------------|---|---|
| <i>М. І. Бурда</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України; |
| <i>В. Г. Бевз</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>Л. Ю. Благодаренко</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>Г. О. Грищенко</i> | – | кандидат фізико-математичних наук, професор; |
| <i>І. Т. Горбачук</i> | – | кандидат фізико-математичних наук, професор; |
| <i>М. І. Жалдак</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>А. В. Касперський</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>Ю. Г. Кондратьєв</i> | – | доктор фізико-математичних наук, професор; |
| <i>О. І. Ляшенко</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>М. Т. Мартинюк</i> | – | доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України; |
| <i>М. В. Працьовитий</i> | – | доктор фізико-математичних наук, професор; |
| <i>В. П. Сергієнко</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>В. Д. Сиротюк</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>Б. А. Сусь</i> | – | доктор педагогічних наук, професор; |
| <i>О. В. Шкільний</i> | – | доктор педагогічних наук, доцент; |
| <i>М. І. Шут</i> | – | доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України; |
| <i>В. О. Швець</i> | – | кандидат педагогічних наук, професор. |

Н 34 НАУКОВИЙ ЧАСОПИС НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – Випуск 21 : збірник наукових праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. – 84 с.

УДК [37.09:51/53](06)

У часописі розглядаються актуальні питання викладання фізики і математики у вищій школі, висвітлюються актуальні проблеми методики навчання фізики і математики у загальноосвітніх закладах та пропонуються шляхи їх вирішення.

ФІЗИКА

УДК 378.371:53

Благодаренко Л. Ю., Мазуркевич О. Я.

ВИВЧЕННЯ ЕКЗОТИЧНИХ ЯДЕР ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ І НАУКОВЦІВ

У статті досліджується проблема підвищення рівня фундаментальної підготовки з фізики майбутніх учителів та викладачів фізики, а також науковців. Зазначено, що сучасний рівень розвитку фізики, техніки та технологій вимагає від людини досить ґрунтовних знань у цій галузі, а на учителя у цьому сенсі покладається просвітницька місія. Наголошено, що нині основні зусилля у фізичних дослідженнях спрямовані на пізнання мікросвіту та Всесвіту, при цьому розуміння процесів у мікросвіті є шляхом до розв'язання проблем Всесвіту. Констатовано, що у майбутніх учителів та викладачів фізики, а також науковців повинно бути сформоване глибоке розуміння фізичних явищ і процесів у галузі мікросвіту. Запропоновано методичні підходи до ознайомлення студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів із фундаментальною проблемою ядерної фізики – дослідженням властивостей ядерної матерії в екстремальних станах, тобто екзотичними ядрами. Показано, що запропоновані підходи сприятимуть підвищенню загального рівня ерудиції студента у галузі фізики та показників освітнього процесу.

Ключові слова: *фізика екзотичних ядер, екстремальний стан ядерної речовини, квантова теорія матерії, навчальний спецкурс.*

Людина майбутнього – це людина, яка, насамперед, володіє ґрунтовними науковими знаннями. Не применшуючи ролі гуманітарних та суспільних наук, слід визнати, що вони є необхідною, але не достатньою умовою розвитку та існування цивілізації. Визначальну ж роль в цьому відіграють природничі науки, серед яких найважливіше значення має фізика. Що таке фізика сьогодні? Це атомна промисловість та енергетика, електроніка, нанотехнології, робототехніка, засоби комунікації – цей перелік є нескінченним. Таким чином, фізика – це базис сучасної цивілізації, без якого її існування неможливе. Саме завдяки досягненням фізики з'явилася концепція сучасної світобудови. При цьому безумовним є той факт, що як у найближчому, так й у віддаленому майбутньому провідна роль фізики збережеться. Але, на жаль, нині у більшості частини населення знання з фізики знаходяться на дуже примітивному рівні, і це не вважається соромним, адже фізика не відноситься до числа популярних наук. Це дуже ганебний факт, але його можна пояснити з двох об'єктивних позицій. По-перше, фізика – наука складна, яка вимагає розвиненого мислення та високого рівня інтелектуальних здібностей, а сучасна молодь не схильна прикладати значних розумових зусиль і, навпаки, надає перевагу більш простим видам

діяльності. По-друге, спеціальності, пов'язані з фізикою, не користуються попитом у роботодавців. Проте у наш час, коли техніка досягла найвищого рівня розвитку, а наукові дослідження перейшли на якісно новий рівень людина, яка володіє знаннями з фізики лише в рамках навчальних програм (шкільної або навіть університетської) ризикує назавжди залишитися у минулому та відстати від науково-технічного прогресу. У цьому контексті просвітницька місія покладається саме на учителів і викладачів фізики.

Нині фізика вийшла далеко за межі видимого світу – у мікросвіт елементарних частинок та у мегасвіт величезних космічних масштабів. З останніх досягнень фізики найбільш значущим є, безумовно, відкриття гравітаційних хвиль, яке знаменує собою початок нового етапу в розвитку науки і в подальшому може мати величезну практичну користь. Також учені впритул підійшли до встановлення зв'язку між матерією та антиматерією, і, що особливо цікаво, до розгадки парадоксу кота Шредингера на прикладі внутрішньої будови молекули, яка виявляється в одночасному знаходженні системи у двох квантових станах. Нобелівську премію з фізики у 2019 році присуджено за дослідження космосу, зокрема, за відкриття екзопланет та дослідження походження Всесвіту. У 2019 році американські учені змогли створити в лабораторних умовах міні-копію Сонця, відтворити процеси, які відбуваються в його магнітному полі, а також реалізувати рух сонячної плазми. Зрозуміло, що нині ми стоїмо на порозі нових величезних проривних відкриттів. Таким чином, підтверджується твердження про те, що нині основними об'єктами досліджень фізиків у всіх провідних наукових установах є мікро- та мегасвіти.

Але було б помилкою вважати, що ці дослідження не пов'язані між собою. Дійсно, знання і розуміння процесів, що відбуваються в мікросвіті – це шлях до розв'язання глобальної проблеми людства – пізнання Всесвіту. Адже його будова визначається у підсумку тим, як побудований світ елементарних частинок, як діють фундаментальні фізичні закони на малих відстанях. Завдяки сучасному розумінню мікросвіту, ми можемо пояснити процеси, які відбуваються далеко за межами нашої планети – у нескінченних просторах космосу. Отже, досліджуючи мікросвіт, наука значно просунулася в напрямку розуміння Всесвіту.

Все вищевикладене дозволяє нам зробити висновок про те, що у майбутніх учителів та викладачів фізики, а також науковців повинно бути сформоване глибоке розуміння фізичних явищ і процесів у галузі мікросвіту.

Метою статті є ознайомлення читачів з важливою фундаментальною проблемою сучасної ядерної фізики – дослідженням екзотичних ядер, а також методичними підходами до уведення відповідного навчального матеріалу до освітнього процесу при підготовці майбутніх учителів та викладачів фізики, а також науковців-фізиків.

Проблема екзотичних ядер нині є однією з глобальних та найскладніших в ядерній фізиці. За звичайних умов такі ядра не існують, вони виникають всередині зірок і при вибухах наднових, коли мають місце надзвичайно високі температури і тиски. Екзотичні ядра переміщуються у Всесвіті разом із сонячним вітром, а тому їх можна виявити і на Землі. Виробництво і дослідження екзотичних ядер здійснюється в прискорювачах і має велике значення для подальшого розвитку теоретичної та експериментальної фізики. Чим зумовлене це значення? У першу чергу – це шлях до перевірки теоретичних моделей властивостей ядер. Крім того, нині вже встановлено, що синтез елементів у зорях проходить за участі екзотичних ядер, розпад яких відбувається через випускання високошвидкісних електронів до появи стабільних ядер, відомих на Землі. Отже, через властивості екзотичних ядер можна впритул підійти до розуміння глибинних процесів, які супроводжують термоядерний синтез.

Технологія одержання екзотичних ядер така: пучок частинок прискорюється на лінійному прискорювачі або циклотроні і спрямовується на фольгу (мішень). На мішені

відбуваються ядерні реакції, продуктами яких є екзотичні ядра. Вони відокремлюються сепараторами відповідно до їх заряду і маси. Таким чином екзотичні ядра стають доступними для досліджень. Відомо, що найбільш важливу інформацію про стабільність атомних ядер дає час їх життя або період піврозпаду. Коли ядро досягає межі стабільності, воно стає надзвичайно короткоживучим і існує тільки впродовж малої долі секунди. Нині для визначення періодів піврозпадів ядер, в тому числі екзотичних, розроблені надзвичайно чутливі методи. Період бета-розпаду екзотичних ядер має фундаментальну важливість для розуміння структури матерії у Всесвіті.

Вивчення властивостей ядерної матерії в екстремальних станах дає інформацію про властивості мікросвіту і дозволяє моделювати різні процеси, що відбуваються у Всесвіті. Таким чином, синтезуючи і вивчаючи екзотичні ядра, науковці значно просуваються в розумінні не лише фундаментальних властивостей самого ядра, але і навколишнього Всесвіту.

Дослідження екзотичних ядер в найближчому майбутньому дозволить розв'язати ряд важливих для теоретичної фізики проблем, а саме:

- існування компактних областей стійких ядер поза кордонів енергій відділення протона і нейтрона та можливі причини існування таких областей;
- поява нових магічних чисел для екзотичних ядер внаслідок їх сильної деформації;
- зміна властивостей атомних ядер у разі відмінностей між співвідношенням числа нейтронів і протонів і рівноважними значеннями для ядер області стабільності;
- виникнення нейтронного гало і нейтронного шару у легких нейтрононадлишкових ядрах; існування стану нейтронного гало у збуджених станах ядер;
- форма атомних ядер в областях з різними значеннями N/Z ;
- виникнення якісно нових явищ при розпаді екзотичних ядер.

Особливо слід відзначити, що українські учені не знаходяться осторонь розв'язання такої важливої світової наукової проблеми, як дослідження екзотичних ядер. Зокрема, цим питанням займаються в Інституті ядерних досліджень Національної академії наук України, у відділі теорії ядра та квантової теорії поля Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова, в Київському національному університеті імені Т. Г. Шевченка.

Очевидно, що в разі розв'язання цих проблем фізика перейде на якісно новий рівень пояснення фізичної і наукової картин світу, шляхів виникнення і еволюції Всесвіту, глибинних процесів, що супроводжують існування матерії. Безумовно, що дослідження у галузі фізики екзотичних ядер є коштовними і вимагають значних зусиль науковців, але вони можуть здійснити революцію у квантовій теорії матерії, яка є основою розуміння сучасної світобудови.

З метою детального ознайомлення студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів з властивостями екзотичних ядер нами запропоновано навчальний спецкурс “Екзотичні ядра – ключ до пізнання Всесвіту”.

Спецкурс “Екзотичні ядра – ключ до пізнання Всесвіту”

Пояснювальна записка

Програма спецкурсу розрахована на 22 аудиторних години і передбачає вивчення окремих питань теорії екзотичних ядер. Курс призначений для студентів 3-го курсу, які навчаються за спеціальністю “Середня освіта (фізика)”. Доцільно також внести спецкурс до варіативної складової навчальних планів для магістрів, які навчаються за спеціальностями 104 “Фізика та астрономія” та 014 “Середня освіта (фізика)”. Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється протягом навчання відповідно до чинних критеріїв, форми оцінювання обирає викладач фізики.

Метою спецкурсу є усвідомлення студентами значення наукових відкриттів для розвитку цивілізації; поглиблення розуміння студентами ключових аспектів квантової теорії матерії; усвідомлення того факту, що дослідження властивостей екзотичних ядер дозволить людству просунутися в розумінні не лише фундаментальних властивостей самого ядра, але і навколишньої Всесвіту.

Завдання спецкурсу:

1. Ознайомити студентів з фундаментальною проблемою ядерної фізики – дослідження ядер, що знаходяться в екстремальному стані.
2. Сформулювати уявлення про можливості одержання екзотичних ядер, дослідження їх властивостей та можливості застосування.
3. Забезпечити усвідомлення студентами інформації про властивості ядерної матерії в екстремальних станах як джерело розуміння явищ мікросвіту і можливостей моделювання процесів, що відбуваються у Всесвіті.

Зміст спецкурсу

1. Основні аспекти проблематики теорії екзотичних ядер

Одержання та дослідження екзотичних ядер – один з найбільш цікавих наукових напрямків у сучасній світовій фізичній науці. Розвиток фізичних досліджень у галузі фізики екзотичних ядер. Фундаментальна проблема ядерної фізики – отримання екзотичних ядер та їх дослідження. Штучний синтез ядер, які знаходяться в екстремальному стані. Ядерні реакції між двома складними ядрами для центральних і периферичних зіткнень. Нейтронно-протонна карта ізотопів.

Студенти дають означення екзотичних ядер; пояснюють необхідність їх дослідження; характеризують основні етапи розвитку уявлень про екзотичні ядра; усвідомлюють сутність проблеми отримання екзотичних ядер; описують нейтронно-протонну карту ізотопів.

2. Пізнання екзотичних ядер як основа становлення новітнього фізичного світогляду на природу і рух речовини

Вивчення природи взаємодії системи кінцевого числа нуклонів. Сили спарювання та нульовий спин основних станів як один з проявів цих сил. Область існування екзотичних атомних ядер. Екзотичні ядра та магичні числа.

Властивості екзотичних ядер залежно від співвідношення між числом нейтронів і протонів в цих ядрах та цими значеннями для стабільних ядер. Властивість розшарування протонної і нейтронної матерії в екзотичних ядрах з сильно нерівноважним відношенням N / Z . Розподіл мас і зарядів в екзотичних ядрах. Стан нейтронного гало в збуджених ядрах. Ефекти кластеризації ядерних станів в області малої нейтронної щільності. Форма атомних ядер в областях з різними значеннями N / Z . Якісно нові явища, які спостерігаються при розпаді екзотичних ядер. Зміна уявлень про еволюцію Всесвіту з появою нової інформації про властивості екзотичних ядер.

Студенти мають уявлення про природу взаємодії систем нуклонів; характеризують сили спарювання та називають основний прояв цих сил; обґрунтовують існування магичних чисел для екзотичних ядер; пояснюють властивості екзотичних ядер та вплив відношенням N / Z на ці властивості; розповідають про розподіл мас і зарядів в екзотичних ядрах; мають уявлення про нейтронне гало та ефекти кластеризації ядерних станів; описують форму атомних ядер в областях з різними значеннями N / Z ; розуміють сутність явищ, які спостерігаються при розпаді екзотичних ядер; здатні обґрунтувати, чому дослідження властивостей екзотичних ядер здатні призвести до зміни уявлень про еволюційні процеси в космічному просторі. д

3. Нові можливості в одержанні екзотичних ядер та перспективи наукових пошуків у цьому напрямку

Використання ядерних реакцій з важкими іонами при проміжних енергіях в перехідній області в околиці енергії Фермі для отримання вторинних пучків ядер з аномальним відношенням N/Z . Мішені з різним надлишком нейтронів для дослідження ізоспінової залежності перерізу утворення нейтронно-надмірних ядер. Використання радіоактивних пучків ізотопів бору, кисню і фтору в якості бомбардуючих частинок в спектроскопічних дослідженнях структури їх зв'язаних і незв'язаних станів. Новітні підходи до розв'язання проблеми одержання екзотичних ядер.

Студенти мають уявлення про використання ядерних реакцій для одержання екзотичних ядер; називають ядра, які використовуються як мішені для одержання екзотичних ядер; знають про використання радіоактивних пучків в експериментальних дослідженнях екзотичних ядер; усвідомлюють можливості розв'язання проблеми одержання екзотичних ядер.

4. Перспективи дослідження та практичного використання екзотичних ядер. Фізика екзотичних ядер в Україні

Актуальні напрямки фізики екзотичних ядер. Нові проекти прискорювальних комплексів і експериментальних установок для одержання екзотичних ядер. Стан розвитку фізики екзотичних ядер в Україні. Дослідження науковців Інституту ядерних досліджень Національної академії наук України. Внесок у розвиток фізики екзотичних ядер науковців відділу теорії ядра та квантової теорії поля Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України та Київського національного університету імені Т. Г. Шевченка.

Студенти характеризують найбільш актуальні і перспективні напрямки у галузі фізики екзотичних ядер; мають уявлення про нові проекти на шляху реалізації завдань експериментального дослідження ядер у збудженому стані; розповідають про основні етапи становлення фізики екзотичних ядер в Україні та науковців, які зробили вагомий внесок у розвиток цієї галузі науки.

Досвід показує, що впровадження запропонованого спецкурсу при підготовці майбутніх учителів та викладачів фізики, а також науковців-фізиків дозволяє поглибити їх знання у галузі квантової теорії, розширити кругозір і забезпечити вагомий вплив на становлення світогляду, а також закріпити матеріалістичні орієнтації щодо світобудови на прикладі пізнаваності явищ і процесів.

Таким чином, на нинішньому етапі розвитку науки, техніки і технологій при викладанні дисципліни “Загальна фізика” для вчителів та викладачів фізики, а також науковців-фізиків вже не можна обмежуватися змістом лише навчальних програм. Студенти повинні знаходитися на передньому краї наукових досліджень, бути обізнаними у питаннях стану сучасної фізики, її актуальних проблем. Адже наука розвивається так швидко, що людина, яка відстала від її досягнень сьогодні, завтра взагалі зможе загубити орієнтацію в сучасному світі. Отже, необхідно шукати шляхів залучення студентів до ознайомлення з видатними подіями у фізиці, з останніми науковими досягненнями, до їх аналізу та узагальнення. У разі, якщо студент свідомо працює у цьому напрямку, значно підвищуються загальний рівень його ерудиції у галузі фізики та показники освітнього процесу.

Використана література:

1. *Благодаренко Л. Ю.* Складові навчальних досягнень студентів з дисципліни “Загальна фізика”, критерії їх оцінювання та засоби діагностики / Л. Ю. Благодаренко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі : збірник наукових праць. – Випуск 18. – С. 28–31.

2. Благодаренко Л. Ю. Шляхи підвищення наукового рівня навчання фізики в закладах загальної середньої освіти / Л. Ю. Благодаренко, Н. О. Конончук, О. Я. Мазуркевич // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 3.
3. http://www1.jinr.ru/Pepan/2012-v43/v-43-4/02_pen.pdf

References:

1. *Blagodarenko L. Yu. Skladovi navchalnih dosyagnen studentiv z disciplini "Zagalna fizika", kriteriyi yih ocinyuvannya ta zasobi diagnostiki / L. Yu. Blagodarenko // Naukovij chasopis NPU imeni M. P. Dragomanova. Seriya № 3. Fizika i matematika u vishij i serednij shkoli : zbirnik naukovih prac. – Vipusk 18. – S. 28–31.*
2. *Blagodarenko L. Yu. Shlyahi pidvishennya naukovogo rivnya navchannya fiziki v zakladah zagalnoyi serednoyi osviti / L. Yu. Blagodarenko, N. O. Kononchuk, O. Ya. Mazurkevich // Naukovij chasopis NPU imeni M. P. Dragomanova. Seriya № 3.*

Благодаренко Л. Ю., Мазуркевич О. Я. Изучения экзотических ядер и их свойств в курсе общей физики при подготовке будущих учителей и ученых

В статье исследуется проблема повышения уровня фундаментальной подготовки по физике будущих учителей и преподавателей физики, а также учёных-физиков. Отмечено, что современный уровень развития физики, техники и технологий требует от человека достаточно основательных знаний в данной области, а на учителя в этом смысле возлагается просветительская миссия. Сделан акцент на том, что сегодня основные усилия в физических исследованиях направлены на познание микромира и Вселенной, при этом понимание процессов в микромире является путём к решению проблем Вселенной. Констатируется, что у будущих учителей и преподавателей физики, а также учёных-физиков должно быть сформировано глубокое понимание физических явлений и процессов в области микромира. Предложены методические подходы к осознанию студентами физических специальностей педагогических университетов фундаментальной проблемы ядерной физики – исследованием свойств ядерной материи в экстремальных состояниях, то есть экзотических ядер. С целью более детального ознакомления студентов со свойствами экзотических ядер предложен учебный спецкурс “Экзотические ядра – ключ к познанию Вселенной”. Обосновано, что внедрение предложенного спецкурса при подготовке учителей и преподавателей физики, а также учёных-физиков позволяет углубить их знания в области квантовой теории, расширить кругозор и обеспечить весомый вклад в становление мировоззрения, а также закрепить материалистические ориентации относительно мироустройства на примере познаваемости явлений и процессов. Показано, что предложенные подходы будут содействовать повышению общего уровня эрудиции студента в области физики и повышению показателей образовательного процесса.

Ключевые слова: физика экзотических ядер, экстремальное состояние ядерного вещества, квантовая теория материи, учебный спецкурс.

Blagadenko L., Mazurkevich O. Studies of exotic nuclei and their properties in the course of general physics in the training of future teachers and scientists

The article explores the problem of increasing the level of fundamental training in physics of future teachers and teachers of physics, as well as physicists. It is noted that the current level of development of physics, engineering and technology requires a person to have sufficiently thorough knowledge in this field, and an educational mission is assigned to teachers in this sense. The emphasis is placed on the fact that today the main efforts in physical research are aimed at the knowledge of the microworld and the Universe, while understanding the processes in the microworld is the way to solve the problems of the Universe. It was stated that future teachers and teachers of physics, as well as physicists, should have a deep understanding of physical phenomena and processes in the microworld. Methodological approaches to the students' understanding of the physical specialties of pedagogical universities by the fundamental problem of nuclear physics are proposed – by studying the properties of nuclear matter in extreme conditions, that is, exotic nuclei. In order to familiarize students with the properties of exotic nuclei in more detail, a special training course “Exotic nuclei is the key to understanding the Universe” is proposed. It is proved that the introduction of the proposed special course in the preparation of teachers and physicists, as well as physicists, allows them to deepen their knowledge in the field of quantum

theory, broaden their horizons and provide a significant contribution to the establishment of a worldview, as well as consolidate materialistic orientations regarding the world order by the example of cognizability of phenomena and processes. It is shown that the proposed approaches will help to increase the general level of erudition of a student in the field of physics and increase the performance of the educational process.

Keywords: *physics of exotic nuclei, extreme state of nuclear matter, quantum theory of matter, special training course.*

УДК 378.371:53

Василенко С. Л.

ОЗНАЙОМЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ І ВИКЛАДАЧІВ ФІЗИКИ З МЕТОДАМИ ОДЕРЖАННЯ ПОЛІМЕРІВ З НОВИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

У статті досліджуються питання, пов'язані з підготовкою майбутніх учителів і викладачів фізики до науково-дослідної діяльності та можливостями її реалізації. Відзначено, що для їх подальшої успішної роботи у тих галузях, де фізика є основою, необхідно забезпечити досягнення високого рівня компетентності з дисципліни “Загальна фізика”. Показано, що для підвищення рівня компетентності студентів з дисципліни “Фізика” велике значення має їх занурення в наукову і дослідницьку сферу сучасної фізики, ознайомлення з конкретними прикладними напрямками, оскільки учитель, який має достатній науковий рівень, буде набагато краще викладати основи фізики як навчального предмета. Обґрунтовано, що в навчанні фізики майбутніх учителів і викладачів фізики особливої уваги слід приділяти полімерам, що не завжди можливо на лекційних заняттях. Запропоновано під час вивчення модуля 2 “Молекулярна фізика і термодинаміка” проведення в рамках практичних занять семінару, присвяченого питанням одержання полімерів з новими фізичними властивостями “Зміна властивостей полімерів як актуальне прикладне завдання фізики”.

Ключові слова: *компетентність з дисципліни “Загальна фізика”, науково-дослідна робота студентів, семінарські заняття, полімери з новими фізичними властивостями.*

У фаховій підготовці майбутніх учителів і викладачів фізики дисципліна “Загальна фізика” має особливе значення, оскільки в майбутньому стає їх професією. Причому специфіка фізики як науки і як галузі практичного прикладання зумовлює для студентів можливості вибору різних напрямків професійної діяльності. Так, нинішні студенти, які навчаються в педагогічних університетах на фізичних спеціальностях, можуть в подальшому бути вчителями або викладачами фізики, а також працювати безпосередньо у галузі науки. Така багатовекторність професійної діяльності вимагає глибокої фундаментальності знань з фізики, інтеграції наукових знань взагалі, обізнаності у питаннях практичного прикладання фізичної науки, володіння сучасними методами фізичних досліджень тощо. Тому під час навчання студентів необхідно забезпечити досягнення ними високого рівня компетентності з дисципліни “Загальна фізика”, що дозволить їм в майбутньому успішно працювати у тих галузях, де фізика є основою діяльності. Тому особливістю курсу загальної фізики при підготовці майбутніх учителів і викладачів повинна стати його спрямованість на використання знань, умінь і навичок у житті та безпосередньо у професії. Навчання загальної фізики у кінцевому результаті має не тільки забезпечити студента певною сумою знань, але й сформувати в нього достатній рівень прикладних умінь. Тому складовими знань студентів з курсу загальної фізики є не лише теоретичні знання теорій, законів і закономірностей та здатність до їх відтворення, але й уміння та навички відбору сучасної наукової інформації, її

узагальнення та систематизування, а також застосовування як в навчальних, так і в практичних ситуаціях.

Метою статті є розгляд методичних підходів до поглиблення фундаментальних знань студентів та введення їх у сучасну наукову проблематику під час вивчення дисципліни “Загальна фізика”.

Не можна оскаржити той факт, що професія учителя і викладача є особливою, не порівняною з іншими. Адже саме вчитель відповідальний за формування у суспільстві процесів світорозуміння, за становлення інтелектуальної основи, за усвідомлення молоддю своїх потреб та рух від цих потреб до конкретних цілей. Зрозуміло, що у нас час, коли, прямо скажемо, інтелектуальна основа суспільства значно послабилася, на учителя і викладача фізики покладаються особливі функції. В умовах тотального зниження інтересу до науки взагалі та фізики зокрема він повинен показати і підтвердити значущість фізики в суспільному розвитку, перспективність фізичних досліджень та їх необхідність для країни, а також можливості успішного просування людини у професіях, пов’язаних з фізикою. Хтось може заперечити, що те ж саме стосується усіх без винятку вчителів, і ми з цим погоджуємося. Але майбутнє суспільства все ж таки за природничими науками, а фізика є їх основою. Тому зміна ставлення до фізики забезпечить, відповідно, виникнення іншого погляду на всі науки, які є рухомою силою розвитку. Для того, щоб учитель був в змозі реалізувати такі завдання, він має опанувати цілісною систематизованою сукупністю знань про ключові теоретичні та методологічні проблеми та концепції фізичної науки; мати сформовані уявлення про природничо-наукову картину світу; володіти методами природничо-наукових досліджень; мати сформовану технічну грамотність і, що особливо важливо – мати теоретичне і психологічне підґрунтя для освоєння нової техніки в умовах неперервної модернізації виробництва. При цьому, незважаючи на нинішні хибні тенденції у напрямку світоглядних установок, не слід забувати, що у вчителя фізики повинний бути сформований діалектико-матеріалістичний світогляд, і ніякий інший. Також необхідно врахувати, що одним з головних завдань майбутнього учителя і викладача буде розвиток учнів (або студентів), тому в них важливо розвинути логічне і критичне мислення, розуміння структури фізичної науки; сформувати знання щодо границь застосування фізичних законів і теорій; забезпечити становлення експериментаторських умінь та основ евристичної діяльності. Таким чином, виходячи із сучасної гуманістичної освітньої концепції, необхідно формувати у студентів не лише конкретні знання, але й їх інтелектуально-пізнавальну сферу, здатність використовувати якісні складові мислення в навчальній і науковій діяльності з фізики. Адже поряд з формуванням міцних і ґрунтовних фундаментальних знань, важливим завданням освітнього процесу залишається особистісний розвиток кожного студента та визначення подальших перспектив цього розвитку.

Отже, навчання фізики майбутніх вчителів і викладачів вимагає наукового обґрунтування і усвідомлення методичних і методологічних підходів в аспектах як теорії, так і практики. На нашу думку, велике значення для підвищення рівня компетентності студентів з дисципліни “Фізика” має їх занурення в наукову і дослідницьку сферу сучасної фізики, ознайомлення з конкретними прикладними напрямками. Адже учитель, який має достатній науковий рівень, буде набагато краще викладати основи фізики як навчального предмета.

У цьому контексті значно підвищується рівень підготовки студентів в тих педагогічних університетах, де є необхідна інфраструктура для конкретних фізичних досліджень, зокрема, кафедри з науково-педагогічними колективами, які здійснюють науково-дослідні розробки. За таких умов студенти, починаючи з 2-го, 3-го курсу, мають можливість брати участь у науковій роботі. За час навчання вони заглиблюються в обрану наукову проблему, починаючи з самих основ. Спочатку студенти готують доповіді з досліджуваних питань,

потім курсові роботи, а після – бакалаврські і магістерські роботи. І тоді на момент закінчення педагогічного університету ми маємо не лише грамотного учителя або викладача, але й науковця-дослідника із сформованим комплексом умінь, необхідних для науково-дослідної роботи. На жаль, не всі педагогічні університети здатні на достатньому рівні забезпечити науково-експериментальну складову освітнього процесу.

На кафедрі загальної та прикладної фізики Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова така інфраструктура є. У складі кафедри працюють науковці, які розв'язують прикладні проблеми сучасної фізики, зокрема: теплові та релаксаційні явища в полімерах та композиціях, дослідження теплофізичних властивостей нанокомпозитів, дослідження впливу нанонаповнювачів на теплофізичні властивості поліолефінів, теплові та релаксаційні явища в полімерах та композиціях. Протягом тривалого часу кафедра брала участь у спільній Українсько-німецькій темі “Новітні нанокарбон-полімер композити з екрануючими та тепловими властивостями”, яка фінансувалася спеціальною програмою Євросоюзу. В рамках цього проекту здійснювалися дослідження впливу функціоналізації та модифікації нанокарбонового компонента на режими синтезу та теплофізичні, механічні та поглинальні властивості композитів на основі поліхлортрифторетилену, наповненого терморозширеним графітом, терморозширеним графітом модифікованим SiO_2 та карбоновими нанотрубками. Результатом цих наукових досліджень стало одержання композитів з унікальними електричними та поглинальними властивостями. На кафедрі діє науково-дослідницький центр нанофізики полімерних матеріалів, діяльність якого спрямована на створення нових дослідницьких лабораторій, проведення експериментальних досліджень в галузі фізики полімерів, підготовці кадрів для наукових та навчальних закладів України. У вищезазначених дослідженнях на різних рівнях беруть участь студенти фізико-математичного факультету. І успішність їх роботи підтверджує наше твердження про те, що занурення студентів у конкретний прикладний напрям наукової діяльності здійснює вагомий вплив на їх ставлення в особистісному аспекті, на формування функціонального складу дій професійної діяльності, на підвищення рівня теоретичного і практичного аналізу проблем сучасної фізики, на здатність до адаптації наукової інформації до завдань освітнього процесу.

Підготовку студентів науково-дослідницької діяльності слід проводити в певній послідовності, починаючи з 1-го, 2-го курсів. На цих етапах мотивація студентів як до педагогічної, так і до наукової діяльності ще не сформована в достатній мірі. Тому ознайомлення їх під час навчання фізики з конкретними науковими проблемами, з сучасними дослідженнями у галузі фізики та застосуванням результатів цих досліджень викличе у студентів сприятиме появі у студентів інтересу, що значно підсилить мотивацію до навчання. Найкращий результат забезпечується у тому випадку, коли студенти знайомляться не лише з теоретичним змістом досліджень, але й з їх експериментальною складовою. Проблемні наукові питання повинні підбиратися таким чином, щоб вони були актуальними для сучасної науки і у той же час не відірваними від змісту навчальної програми з дисципліни “Загальна фізика”. Наприклад, у змісті модуля 2 “Молекулярна фізика та термодинаміка” є питання про полімери. Проте згідно робочих програм окремої лекції для його вивчення не передбачено, воно розглядається у комплексі з іншими питаннями, а тому найчастіше за все знання студентів про полімери залишаються поверховими. На сьогоднішній день це неприпустимо, особливо для майбутніх учителів фізиків, оскільки полімери оточують нас у побуті і повсюдно використовуються у різних галузях науки, в техніці та промисловості. А що, власне, сучасна молодь в основній своїй масі знає про полімери? Ймовірно те, що з них виготовлені поліетиленовий пакет, набійки на підборах та разовий посуд. Про одержання полімерів, їх властивості, а, головне, галузі

застосування зможе розповісти далеко не кожна людина. Тому в навчанні фізики майбутніх учителів і викладачів фізиків, а також науковців полімерам потрібно приділяти особливої уваги, що не завжди можливо на лекційних заняттях у зв'язку з великим обсягом навчального матеріалу.

Є декілька варіантів розв'язання цієї проблеми, які залежать від інтелектуального рівня розвитку студентів та їх мотивації до навчання фізики.

1. Питання, які стосуються полімерів, їх властивостей, експериментального дослідження та сфер застосування доцільно розглядати на засіданнях фізичного гуртка.
2. Значні можливості забезпечує організація проектної діяльності студентів.
3. Проведення семінарів з метою опанування студентами нової навчальної інформації наукового змісту.

Проте, як показує практичний досвід, студенти 2-го курсу (на якому вивчення полімерів передбачено навчальною програмою) не завжди готові до активної участі у позааудиторній роботі і не виявляють особливого бажання до участі у відповідних заходах. Крім того, на цей час в них ще не сформований в достатній мірі комплекс основ навчальної діяльності, а тому значна частина вільного часу студентів витрачається на вивчення інших дисциплін загального циклу підготовки, які є для них навіть більш складними, ніж фізика (математичний аналіз, суспільні дисципліни). Тому при роботі зі студентами 2-го курсу потрібно використовувати можливості аудиторної роботи і раціонально планувати навчальний матеріал, який виноситься для розгляду на лекційних, практичних та лабораторних заняттях. Зокрема, це планування слід здійснювати таким чином, щоб компенсувати ті втрати, які виникають у знаннях студентів внаслідок нестачі навчального часу.

Нами запропоновано під час вивчення модуля 2 “Молекулярна фізика і термодинаміка” проведення в рамках практичних занять семінару, присвяченого питанню одержання полімерів з новими фізичними властивостями “Зміна властивостей полімерів як актуальне прикладне завдання фізики”.

Мета семінару: ознайомити студентів з поняттям епоксидних полімерів, з можливостями зміни їх властивостей з використанням наповнювачів, висвітлити актуальність цієї прикладної проблеми.

Зміст семінару:

1. Епоксидні полімери та їх властивості.
2. Металеві дисперсні наповнювачі та їх типи.
3. Поняття полімерної матриці.
4. Ускладнення у створенні композицій з заданими електричними та фізико-механічними параметрами.
5. Одержання металонаповнених полімерів як шлях до розробки полімерних матеріалів з запрограмованим комплексом властивостей.
6. Перспективність створення принципово нових полімерних матеріалів із заданими властивостями.

Студентам слід пояснити, у чому полягає суть поєднання полімерів з наповнювачами – це дозволяє розв'язати важливу прикладну проблему – одержання матеріалів з новими технологічними або експлуатаційними властивостями. Нині це є вкрай актуальним завданням, оскільки забезпечує підвищену міцність полімерного матеріалу, його вогнестійкість, захисні якості. Досягнення цих можливостей пов'язано з вибором типу наповнювача. Гетерогенність (наявність неоднакових частин в структурі) наповненої системи, в якій характеристики компонентів набагато розрізняються, обумовлює істотне розходження властивостей композицій і полімерної матриці. Уведення в полімерну матрицю

металевих дисперсних наповнювачів суттєво змінює електрофізичні характеристики таких композицій, зокрема надає їм електро- і теплопровідність. Електропровідні клеї і покриття на рідкій олігомерній основі з дисперсними металами займають усе більш міцні позиції в сучасних технологіях. Найбільшу вагу в їх номенклатурі займають композиції на епоксидній основі. Область їх застосування визначається, в основному, електрофізичними параметрами і технологічністю використання.

Слід зауважити, що створення композицій з заданими електричними та фізико-механічними параметрами можливе лише за умови вивчення взаємозв'язку структури таких систем, зокрема структури провідної фази, з електрофізичними властивостями металонаповнених композицій. Тому постає необхідність дослідження структурних особливостей формування металонаповнених епоксидних систем, вивчення взаємозв'язку їх гетерогенної структури з електричними і теплофізичними властивостями, знаходження закономірностей утворення провідної фази з дисперсного провідного компоненту в залежності від параметрів металевого наповнювача, визначення електричних і теплофізичних характеристик композиційних систем, що вміщують різні типи металевих наповнювачів. Розв'язання цих питань носить не лише теоретичний характер, але має і велике практичне значення з метою розробки новітніх металополімерних матеріалів з програмованим комплексом їх властивостей. Актуальним завданням є розробка підходів до вивчення процесів формування провідної фази в епоксидній матриці в залежності від типу металевого наповнювача та характеристик дисперсних частинок, зокрема з використанням принципу бімодального пакування, у встановленні особливостей процесів електро- та теплопереносу в таких гетерогенних системах, в дослідженні реологічної та механічної поведінки епоксидного олігомеру з вмістом різного типу металевих частинок, в знаходженні оптимального складу металополімерних систем, що забезпечують максимальну провідність та адгезію клейового з'єднання.

І головне, що повинні усвідомити студенти – будь-які новітні технології вимагають складної наукової роботи, якою займаються в наукових інститутах і колективах, і в яку кожний випускник фізико-математичного факультету, молодий науковець може зробити свій внесок. А це, у свою чергу, забезпечить перспективи на майбутнє не лише з позицій науково-технічного прогресу, але й якості нашого життя.

Таким чином, очевидно, що для майбутніх учителів і викладачів фізики проведення такого семінару матиме особливе значення, оскільки, по-перше, вони пояснюють новий матеріал іншим студентам, а, отже, випробують себе у професійній діяльності. По-друге, працюючи над новим матеріалом, студенти фіксують ті питання, які викликали в них ускладнення, розбираються в цьому (самостійно або за допомогою викладача), а потім пояснюють іншим студентам, вже знаючи, на чому саме слід зупинитися ретельніше.

Використана література:

1. Шут М. І. Використання внутрішніх резервів освітньої системи з метою поліпшення якості фахової підготовки майбутніх учителів фізики / М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Випуск 22. – С. 63–66.
2. Василенко С. Л. Вплив типу наповнювача на теплофізичні та релаксаційні характеристики композицій на основі епоксидної смоли / С. Л. Василенко, Т. Г. Січкарь, М. І. Шут // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. – 2004. – Випуск 10. – С. 93-95.
3. Василенко С. Л. Теплофізичні та релаксаційні характеристики композицій на основі метало наповненої епоксидної смоли ЕД-20 / С. Л. Василенко, Т. Г. Січкарь, С. О. Пустова, М. І. Шут // Міжнародна наукова конференція “Актуальні проблеми фундаментальних наук” присвячена пам'яті А. В. Свідзинського. – Луцьк, 2019. – С. 119-122.

References:

1. *Shut N. I.* Ispolzevanie vnutrenex rezervov obrazovatelnoy sistemu s cely uludsheniy kachestva profesionalnoy podgotovki budushix uchiteley fiziki / N. I. Shut, L. Y. Blagodarenko // Sbornik nauchnux trudov Kamenec-Podolsogo natsionalnogo universiteta imeni Ivana Ogienka. Seriya pedagogika. – Kamenec-Podolsk, 2016. – Vypusk 22. – S. 63-66.
2. *Vasilenko S. L.* Vliyanie tipa napolnitelya na teplofizicheskie I relaksacionnue karakteristiki kompozitsiy na osnove epoksidnoy smolu / S. L. Vasilenko, T. G. Sichkar, N. I. Shut // Fizska kondensovanux vysokomolekulyarnux system. – 2004. – Vypusk 10. – S. 93-95.
3. *Vasilenko S. L.* Teplofizicheskie I relaksacionnue karakteristiki kompozitsiy na osnove metalo napolnenoy epoksidnoy smolu ED - 20 / S. L. Vasilenko, T. G. Sichkar, S. O. Pustova, N. I. Shut // Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya “Aktualnue problevu fundamentalnux nauk” posvechena pamyati A. V. Svidzunskogo. – Luck, 2019. – S. 119-122.

Василенко С. Л. Ознакомление будущих учителей и преподавателей физики с методами получения полимеров с новыми свойствами.

В статье исследуются вопросы, связанные с подготовкой будущих учителей и преподавателей физики к научно-исследовательской деятельности и возможностями её реализации. Отмечено, что для их дальнейшей успешной работы в тех отраслях, где физика является основой, необходимо обеспечить достижение высокого уровня по дисциплине “Общая физика”. Констатируется, что обучение физике будущих учителей и преподавателей требует научного обоснования и осознания методических и методологических подходов в аспекте как теории, так и практики. Показано, что для повышения уровня компетентности студентов по дисциплине “Общая физика” большое значение имеет их погружение в научную и исследовательскую сферу современной физики, ознакомление с конкретными прикладными направлениями. Это объяснено на основании того, что учитель, имеющий достаточный научный уровень, сможет намного лучше излагать основы физики как учебного предмета. Обосновано, что в обучении физике будущих учителей и преподавателей следует особое внимание уделять полимерам, что не всегда возможно на лекционных занятиях в связи с большим объёмом учебного материала. Предложено по время изучения модуля 2 “Молекулярная физика и термодинамика” проведение в рамках практических занятий семинара, посвящённого вопросам получения полимеров с новыми физическими свойствами “Изменение свойств полимеров как актуальное прикладное задание физики”. Доказано, что для будущих учителей и преподавателей физики проведение такого семинара будет иметь особое значение, поскольку обеспечивает для них ознакомление с новейшими достижениями физики, а также испытание себя в профессиональной деятельности.

Ключевые слова: компетентность по дисциплине “Общая физика”, научно-исследовательская работа студентов, семинарские занятия, полимеры с новыми физическими свойствами.

Vasilenko S. Introducing future teachers and teachers of physics with methods for producing polymers with new properties.

The article explores issues related to the preparation of future teachers and teachers of physics for research activities and the possibilities of its implementation. It is noted that for their further successful work in those industries where physics is the basis, it is necessary to ensure the achievement of a high level in the discipline "General Physics". It was stated that teaching physics to future teachers and teachers requires a scientific justification and awareness of methodological and methodological approaches in the aspect of both theory and practice. It is shown that to increase the level of students' competence in the discipline "General Physics", their immersion in the scientific and research field of modern physics, familiarization with specific applied areas is of great importance. This is explained on the basis that a teacher who has a sufficient scientific level will be able to better set forth the fundamentals of physics as a school subject. It is substantiated that in teaching physics to future teachers and teachers special attention should be paid to polymers, which is not always possible at lecture classes in connection with a large amount of educational material. It was suggested that, during the study of module 2, “Molecular Physics and Thermodynamics,” a workshop on the production of polymers with new physical properties, “Changing the Properties of Polymers as an Actual Applied Physics Task,” be held as part of practical exercises. It is proved that for future teachers and teachers of physics the

holding of such a seminar will be of particular importance, since it provides them with an introduction to the latest achievements of physics, as well as a test of themselves in professional activity.

Keywords: *competence in the discipline "General Physics", students' research work, seminars, polymers with new physical properties.*

УДК 373.096(545)+52-13(15)

Грудинін Б. О.

НИЗЬКОТЕХНОЛОГІЧНІ ВИСОКОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ВТОРГНЕНЬ МЕТЕОРИВ У АТМОСФЕРУ ЗЕМЛІ

Описано результати наукових розвідок щодо проблеми фіксування входжень метеорних тіл в атмосферу Землі. Пропонуються методи розв'язування даної проблеми, а саме: візуальне спостереження фактів вторгнень космічних об'єктів і спостереження в радіодіапазоні електромагнітних хвиль. Представлено результати фіксування входжень метеорних тіл в атмосферу Землі центром спостережень космічних вторгнень при кафедрі фізико-математичної освіти та інформатики Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка (далі – Глухівський НПУ імені О. Довженка). Спостереження виконано в форматі ідей усесвітньо відомого науковця в області астрономії К. І. Чурюмова.

Описано особливості дослідження метеорної активності в радіодіапазоні, що полягає в реєстрації частини перевипроміненої енергії від наземних трансляторів телерадіомовлення (так зване розсіяння вперед, від англ. – forward scattering). Представлено результати роботи автоматизованого комплексу спостережень метеорів у рамках Угоди про співпрацю між Науково-Дослідним Інститутом “Миколаївська Астрономічна Обсерваторія” і Глухівським НПУ імені О. Довженка.

Ключові слова: *метеор, метеорна активність, космічні вторгнення, радіодіапазон, автоматизований комплекс спостережень метеорів.*

Дослідження метеорних тіл та їхньої взаємодії з атмосферою Землі для сучасної науки має велике значення при вирішенні цілого ряду астрономічних, геофізичних і прикладних задач: вивчення походження та еволюції Сонячної системи, оцінка впливу метеоритної речовини на Землю, використання розсіяння радіохвиль на іонізованих метеорних слідах для потреб радіозв'язку, безпека польотів космічних апаратів тощо [1].

Кожну добу в атмосферу Землі входить біля 400 метеороїдів з масами не менше 1 кг. Приблизно 30% з них досягають висоти 30 км і менше, а біля 0,5% – залишають на поверхні Землі метеорити. Космічні прибульці кожного року залишають на нашій планеті близько 800 метеоритів (на поверхню Землі щодоби “випадає” з космосу до 50 тон великих і дрібних метеоритів), хоча знаходять всього 10–20. Більше 75% яскравих болідів в нашій атмосфері є фрагментами ядер комет, які рідко долітають до поверхні Землі. Залежно від хімічного складу метеорити поділяють на кам'яні, залізні та залізокам'яні. Кам'яні метеорити складають близько 92%, залізні – приблизно 6%, залізокам'яні – біля 2%.

Метеорні потоки спостерігається щорічно, коли Земля проходить точку перетину їх орбіт. Час спостереження метеорних потоків може тривати від кількох годин до кількох тижнів і залежить від напрямку поперечного перетину їх орбіт. Періодичність зустрічей нашої планети з космічними тілами наведено в табл. 1 [2].

Таблиця 1

Середній період (Т) між двома падіннями тіл в залежності від маси (m)

m	T
10 ⁻² г	7,2·10 ⁻³ с (~ 140 за с)
0,1 г	
1 г	
100 г	
1 кг	
10 кг	
100 кг	5,6·10 ⁻² с (~ 18 за с)
1 т	
4,3 т (болід над Україною)	
10 т	
70 (60) т (метеорит Гоба)	0,44 с
100 т (Сіхоте-Алінь)	0,44 хвилин
650 т	3,44 хвилин
5·10 ³ т	26,8 хвилин
2·10 ⁶ т (Тунгуський, Аризонський)	3,50 годин
	27,2 годин
	4,16 доби
2·10 ⁸ т (діаметр ~ 0.5 км)	8,84 доби
	50 (44) доби
	2,3 місяців
	1 рік
1,6·10 ⁹ т (діаметр ~ 1 км)	6,2 року
	1300 років
	80 тис. років
	0,5 млн років
	37 млн років
2·10 ¹¹ т (діаметр ~ 5 км)	240 млн років
1,6·10 ¹² т (діаметр ~ 10 км)	

Оскільки в Сонячній системі переважають дрібні тіла (кількість частинок певної маси обернено пропорційна квадрату маси), то вони й частіше за все і влітають в атмосферу Землі. Якщо малі тіла практично повністю згорають на висотах 120–80 км над поверхнею Землі, то більші тіла, створюючи боліди, можуть проникати значно глибше: до висот 40–30 км. Практично всі тіла в процесі польоту інтенсивно руйнуються і утворюють в нижніх шарах атмосфери потужні теплові вибухи і спалахи блиску. На думку учених-астрономів теплові вибухи великих тіл в земній атмосфері відбуваються тоді і там, коли метеороїд досягає максимального гальмування. Теплові вибухи в атмосфері Землі створюють як монолітні (кам'яні чи залізні), так і крихкі тіла з малою густиною. Після теплового вибуху метеороїда в атмосфері Землі, як правило, на поверхню планети випадають його залишки-фрагменти, які утворюють ударні кратери.

Так, однією з останніх таких подій стала поява яскравого боліда над Південним Уралом (Челябінського метеорита) 15 лютого 2013 р. у часовому інтервалі 03:20:20–03:20:36 UT (о 9^h 20^m 33^s за місцевим часом). Політ цієї несподіваної вогненної кулі закінчився на висоті 15–30 км потужним вибухом, після якого в небі залишився інверсійний слід, який з часом розсіявся [3–6]. До того ж, явище супроводжувалося ударною хвилею, руйнуванням тіла, збуреннями іоносфери та іншими ефектами. Сенсори, встановлені на геостаціонарних

супутниках, працюючих в інтересах Міністерства оборони США і Міністерства енергетики США, зафіксували повітряний вибух від Челябінського боліду і визначили його світимість, яка за даними НАСА (NASA) склала $E_0 = 3,75 \cdot 10^{14}$ Дж.

Учені Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна астрономи Ю. Мілованов і Л. Черногор проаналізували траєкторію падіння Челябінського об'єкта на основі рівнянь метеорної фізики і розробленого алгоритму оцінили висотно-часову залежність його швидкості від висоти руху [7] (рис. 1).

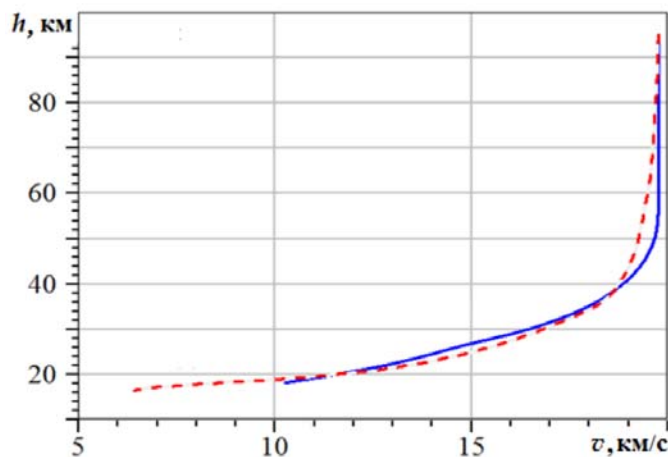


Рис. 1. Висотна залежність швидкості Челябінського метеороїда:
пунктирна лінія – спостережувальна, суцільна лінія – розрахункова з урахуванням
тільки пружних стикань з частинками повітря

Взагалі челябінська подія як локальне явище з точки зору небезпеки є звичайним явищем, наслідки якого вражають – від ударної хвилі постраждало півтори тисячі людей. Метеори не стали частіше з'являтися, їх просто стали частіше фіксувати – відеореєстратори, камери, телефони фіксують небесні явища. До того ж невідомо, скільки болідів не зафіксовано, тому що вони засвітилися над безлюдними територіями. Отже, “локальні катастрофи” відбуваються регулярно [8].

Сьогодні проблема фіксування входжень метеорів у земну атмосферу розв'язується декількома методами, серед яких на особливу увагу заслуговують два: візуальне спостереження фактів вторгнень космічних об'єктів і спостереження в радіодіапазоні.

Візуальне спостереження метеорів в оптичному діапазоні. Проблема організації роботи по спостереженню вторгнень об'єктів космосу в земну атмосферу була однією з пріоритетних проблем, якою переймався видатний астроном, першовідкривач декількох комет, член-кореспондент НАН України К. І. Чурюмов (рис. 2).

У 2013 р. група вчених (В. Кручиненко, А. Відьмаченко, О. Стеклов, Є. Стеклов та ін.) під керівництвом К. Чурюмова виступила з пропозицією про необхідність створення служби наземного аерокосмічного моніторингу з назвою “Єдина Мережа Чурюмова”. Того ж року в Українському молодіжному аерокосмічному об'єднанні “Сузір'я” під керівництвом Є. Стеклова була створена перша молодіжна група фотомисливців на сутінкові боліди.



Рис. 2. Першовідкривач комет 67P / Чурюмова-Герасименко (1969 р.) і С / 1986 N1 / Чурюмова-Солодовнікова (1986 р.), член-кореспондент НАН України К. Чурюмов. Останній виступ ученого на конференції, присвяченій 100-річчю від дня народження Й. Шкловського, м. Глухів (фото О. Бахмата, 7.10.2016 р.)

Сьогодні до “Єдиної Мережі Чурюмова” входять окремі пункти (регіональні центри), у яких “космічні патрулі” накопичують, зберігають і обробляють всі матеріали аерокосмічних вторгнень в зоні своєї відповідальності і обмінюватися такими ж даними з усіма подібними центрами інших регіонів України та за її межами. На кінець 2018 р. бази даних “Єдиної Мережі Чурюмова” містять вже понад сорок тисяч знімків сутінкових і денних слідів всіх видів небезпечних вторгнень. У забезпеченні робіт “Єдиної Мережі Чурюмова” бере участь більше сотні фотомисливців. Особливістю роботи окремих пунктів “Єдиної Мережі Чурюмова” є обмеження погодними умовами, звичайним везінням, вольовими якостями спостерігача, а також вмінням вдало підібрати місця для моніторингових зйомок (рис. 3, 4).



Рис. 3. Явище трьох болідних слідів у небі над м. Київ, які утворилися в результаті падіння доволі крупних метеорних тіл (фото Є. Стеклова, 29.03.2013 р.)



*Рис. 4. Вигляд боліду в небі над м. Київ
(фото О. Стеклова, 27.10.2013 р.)*

У жовтні 2016 р. у м. Глухів Сумської області у ході проведення в I Міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми сучасної астрономії та методики її викладання”, присвяченій 100-річчю від дня народження Й. Шкловського, між науковою групою К. Чурюмова і професорсько-викладацьким складом кафедри фізико-математичної освіти та інформатики Глухівського НПУ ім. О. Довженка досягнуто домовленості щодо створення регіонального центру спостережень космічних вторгнень. Нині центр спостережень космічних вторгнень активно працює, фотоархів центру постійно поповнюється новими даними (рис. 6, 7).



*Рис. 6. Траєкторія руху космічного боліда. 12.02.2018 р. м. Глухів
(фото Б. Грудиніна)*



Рис. 7. Траєкторія руху космічного боліда. 24.01.2019 р. м. Глухів
(фото Б. Грудиніна)

Спостереження космічних вторгнень в радіодіапазоні. Особливістю дослідження метеорної активності у радіодіапазоні є той факт, що реєструється не частина енергії, яка випромінюється під час згорання метеороїда в атмосфері, а частина перевипроміненої енергії від наземних трансляторів телерадіомовлення (так зване розсіяння вперед, від англ. – forward scattering) [2; 3; 9; 10].

Сьогодні в Україні реєстрація відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеорів в радіодіапазоні за допомогою метода прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій (FM, Frequency Modulation) проводиться з використанням чотирьох радіотрас, створених за ініціативою Науково-дослідного інституту “Миколаївська астрономічна обсерваторія” (далі – НДІ “МАО”): Кельце–Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 910 км; Стамбул–Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 700 км; Соннеберг (Німеччина)–Львів, частота 91.7 МГц, довжина 900 км; Будапешт–Рівне, частота 94.8 МГц, довжина 635 км.

У квітні поточного року НДІ “МАО” уклала Угоду про співпрацю з Глухівським НПУ імені О. Довженка. В межах цієї Угоди організовано роботу автоматизованого комплексу спостережень метеорів, який 5 серпня 2019 р. з успіхом запущено в дію. Складниками комплексу з реєстрації радіовідлунь є програмно керований приймач Realtek RTL2832U; направлена антена типу Ягі-Уда, розрахована на потрібний діапазон частот (88–108 МГц); програмне забезпечення для управління приймачем та збереження інформації; встановлений інтерпретатор мови програмування Python 3.4 з бібліотеками numpy, matplotlib, wave; програми обробки отриманих з ефіру масивів даних, розроблені на мові програмування Python [1].

Комплекс приймає сигнал потужної загоризонтної FM станції, розташованої в місті Кельце (Польща) на відстані приблизно 940 км від Глухова. FM станцію вибрано з урахуванням як азимутально-частотного розподілу шумів в місці розміщення комплексу, так і місць дислокацій, потужностей та частот випромінювання станцій передавачів і радіочастот. Відтак в Україні відкрито нову радіотрасу реєстрації відлунь радіохвиль від іонізованих слідів метеорів (траса Кельце–Глухів, частота 88.2 МГц).

Результати роботи комплексу впродовж трьох місяців представлено на рис. 8–13.

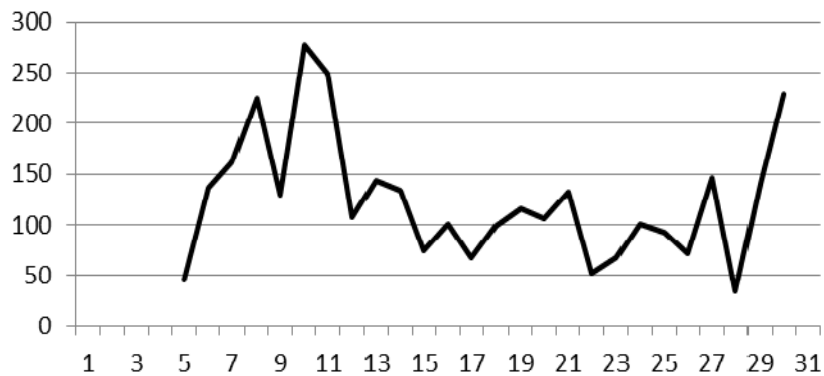


Рис. 8. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Серпень 2019 р.

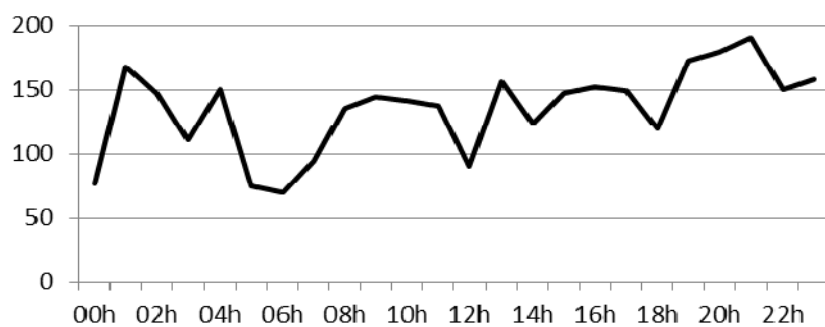


Рис. 9. Погодинна розкадровка кількості вторгнень за місяць. Серпень 2019 р.

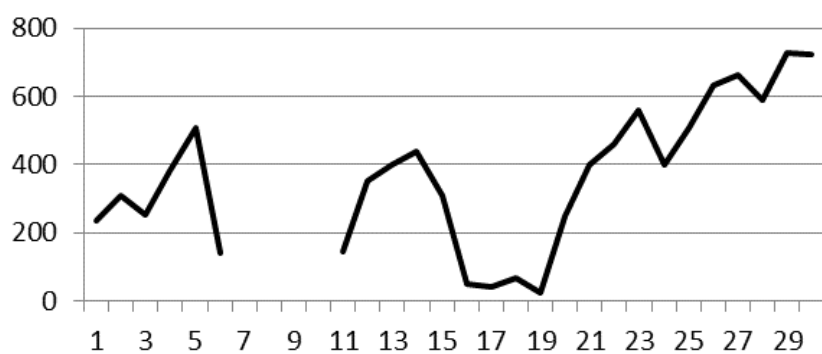


Рис. 10. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Вересень 2019 р. Розрив кривої пов'язаний з налаштуванням комплексу

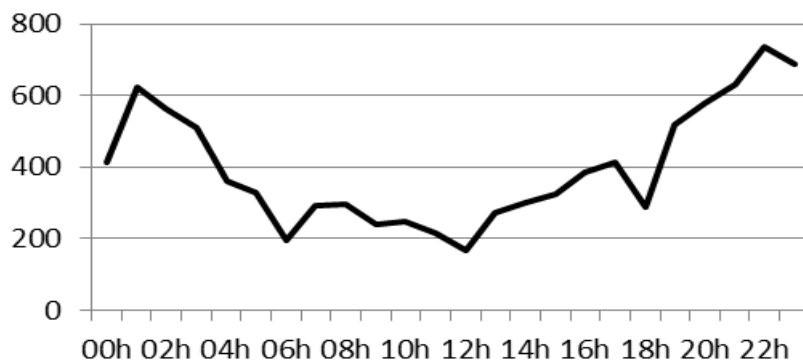


Рис. 11. Погодинна розкадровка кількості вторгнень за місяць. Вересень 2019 р.

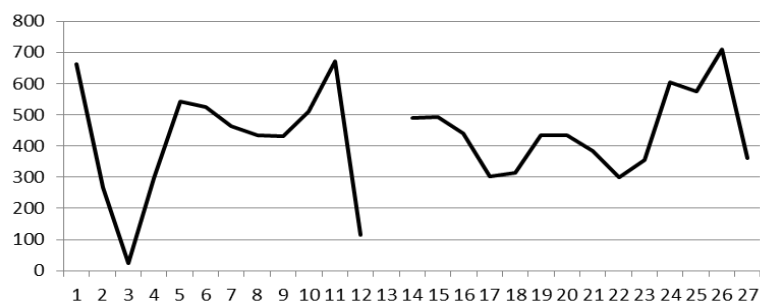


Рис. 12. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Жовтень 2019 р. Розрив кривої пов'язаний з налаштуванням комплексу

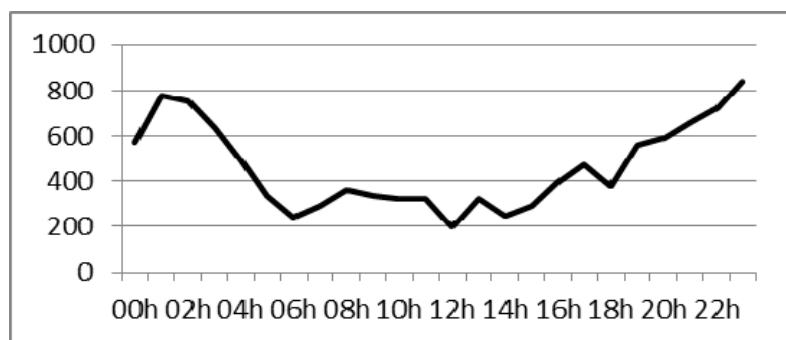


Рис. 13. Погодинна розкадровка кількості вторгнень за місяць. Жовтень 2019 р.

Загальна кількість вторгнень, зафіксованих комплексом за тримісячний термін роботи становить 23 949 одиниць (серпень – 3 238 од., вересень – 9 570 од., жовтень – 11 141 од.) Уточнимо, що деякі періоди комплекс не працював (розриви на діаграмах – рис. 8, 10, 12).

Дані представляються як у вигляді таблиць, так і у вигляді діаграм – на рис. 14. представлено кольорові діаграми розподілу інтенсивностей вторгнень за місяць.

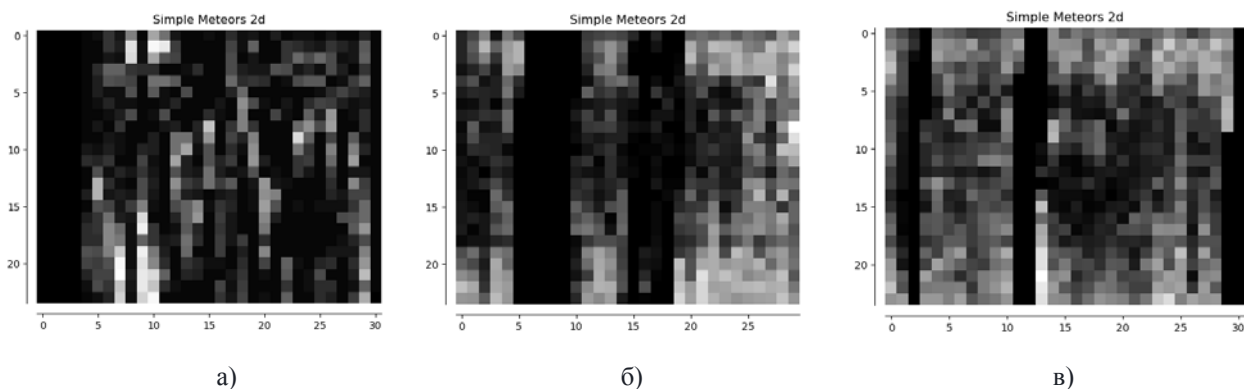
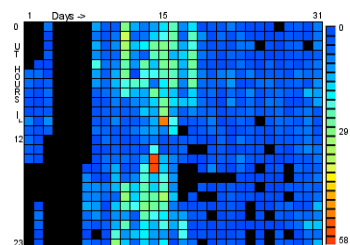


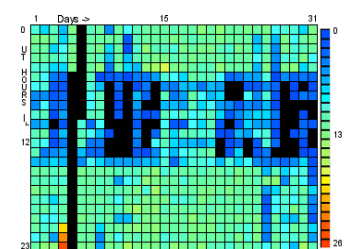
Рис. 14. Кольорові діаграми розподілу інтенсивностей вторгнень
(а – серпень, б – вересень, в – жовтень)

Щомісячно результати поточних спостережень в установленому форматі відправлялись на сайт міжнародного проекту RMOB (англ. – Radio Meteor Observing Bulletin) – <https://www.rmob.org/index.php> (рис. 15).

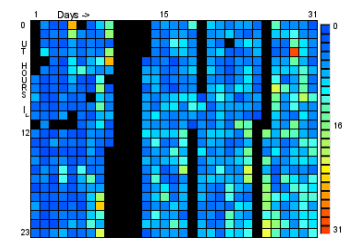
Observer : ri_nao
This datas in Text Format for Colorgramme On Line



Observer : ri_nao-amc
This datas in Text Format for Colorgramme On Line



Observer : ua-lviv-polytechnic-obs
This datas in Text Format for Colorgramme On Line



Observer : ua-rivne-man-space
This datas in Text Format for Colorgramme On Line

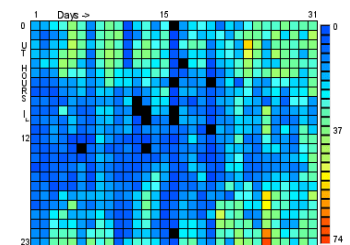


Рис. 15. Загальний вигляд результатів спостережень радіовідлунь
від іонізованих метеороїдних слідів (колорограм), отриманих в грудні 2018 р. чотирма радіотрасами
та представлених на сайті RMOB

Як бачимо, реалізація ідеї моніторингу космічних вторгнень має великий педагогічний потенціал, оскільки дає можливість навчати, спостерігати за допомогою сучасних технічних засобів, виховувати не тільки учнів від початкової школи до ліцею, але й студентів. На нашу думку, це особливо важливо для школярів, які активно залучаються до навчально-наукової роботи, спілкуються з науковцями, спеціалістами в певних галузях знання, які знання молодому поколінню передають “з рук в руки”, доносять важливість проблеми космічних вторгнень для майбутнього нашої цивілізації, що, в свою чергу, сприяє соціалізації юних науковців, виховує в них почуття відповідальності за майбутнє планети Земля.

Використана література:

1. *Вовк В. С.* Автоматическая обработка сигналов при наблюдении метеоров методом загоризонтного зондирования / В. С. Вовк, Н. А. Калюжный, Е. С. Козырев, А. В. Шульга // Вісник астрономічної школи. – 2012. – № 2. – С. 166–170.
2. *Кручиненко В.* Фізика Челябінського боліду / В. Кручиненко, К. Чурюмов, А. Мозгова // Вісник Астрономічної школи. – Т. 9. – № 1. – 2013. – С. 43–47. – URL: http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR_2013_Vol_9_Iss_1_P_43.pdf (дата звернення 20.04.2019 р.).
3. *Кручиненко В. Г.* Математико-фізичний аналіз метеорного явища / В. Г. Кручиненко. – Київ, 2012. – 294 с.
4. *Черногор Л. Ф.* Эффекты Челябинского метеороида в геомагнитном поле / Л. Ф. Черногор // Геомагнетизм и аэрономия. – 2014. – Т. 54, № 5. – С. 658–669.
5. *Черногор Л. Ф.* Эффекты Челябинского метеороида в ионосфере / Л. Ф. Черногор // Геомагнетизм и аэрономия. – 2015. – Т. 55, № 3. – С. 370–385.
6. *Черногор Л. Ф.* Ионосферные возмущения, сопровождавшие пролет Челябинского тела. / Л. Ф. Черногор, В. В. Барабаш // Кинематика и физика небесных тел. – 2014. – Т. 30. № 3. – С. 27–42.
7. *Милованов Ю. Б.* Динамика падения Челябинского метеороида: материально-энергетический баланс / Ю. Б. Милованов, Л. Ф. Черногор // Радіофізика і радіоастрономія. – 2018. – Т. 23. – № 3. – С. 176–188 URL: file:///C:/Users/%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81/Downloads/rphra_2018_23_3_5.pdf (дата звернення 1.12.2019 р.).
8. *Churyumov K. I.* Observations of twilight fireballs over Kiev in 2013-2015. / K. I. Churyumov, A. F. Steklov, A. P. Vidmachenko, G. N. Dashkiev // Interregional Scientific and Practical Conference “Astronomy and present”. – 2016. – Vinnitsa, p. 2.
9. *Вовк В. С.* Низькотехнологічні високоефективні радіотехнічні рішення для спостережень метеорів та супутників / В. С. Вовк, О. В. Шульга, Є. С. Сибірякова, М. П. Калюжный, Ф. І. Бушуєв, М. О. Куліченко // Наука та інновації. – 2017. – 13 (1). – С. 70–74.
10. Звіт НДІ МАО за 2016 рік. – URL: <http://www.nao.nikolaev.ua/reports/report2016.pdf> (дата звернення 25.04.2019 р.).

References:

1. *Vovk V. S.* Avtomaticheskaya obrabotka syhnalov pry nabliudenyi meteorov metodom zahoryzontnoho zondirovaniya / V. S. Vovk, N. A. Kaliuzhnyi, E. S. Kozыrev, A. V. Shulha // Visnyk astronomichnoi shkoly. – 2012. – № 2. – S. 166–170.
2. *Kruchynenko V.* Fizyka Cheliabinskoho bolidu / V. Kruchynenko, K. Churiumov, A. Mozghova // Visnyk Astronomichnoi shkoly. – Т. 9. – № 1. – 2013. – S. 43–47. – URL: http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR_2013_Vol_9_Iss_1_P_43.pdf (data zvernennia 20.04.2019 r.).
3. *Kruchynenko V. H.* Matematyko-fizychnyi analiz meteornoho yavyshcha / V. Kruchynenko. – Kyiv, 2012. – 294 s.
4. *Chernohor L. F.* Эффекты Cheliabynskoho meteoroyda v heomahnytnom pole / L. F. Chernohor // Heomahnytny y aэronomyia. – 2014. – Т. 54, № 5. – S. 658–669.
5. *Chernohor L. F.* Эффекты Cheliabynskoho meteoroyda v yonosphere / L. F. Chernohor // Heomahnytny y aэronomyia. – 2015. – Т. 55, № 3. – S. 370–385.

6. Chernohor L. F. Yonosfernye vozmushcheniya, soprovozhdavshye prolet Cheliabynskoho tela / L. F. Chernohor, V. V. Barabash // Кинематика у фізику небесних тел. – 2014. – Т. 30. – № 3. – С. 27–42.
7. Mylovanov Yu. B. Dynamika padeniya Cheliabynskoho meteoroyda: materyalno-enerhetycheskyi balans / Yu. B. Mylovanov, L. F. Chernohor // Radiofizyka i radioastronomiia. – 2018. – Т. 23. – № 3. – С. 176–188. – URL: file:///C:/Users/%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81/Downloads/rphra_2018_23_3_5.pdf (data zvernennia 1.12.2019 r.).
8. Churyumov K. I. Observations of twilight fireballs over Kiev in 2013-2015 / K. I. Churyumov, A. F. Steklov, A. P. Vidmachenko, G. N. Dashkiev // Interregional Scientific and Practical Conference “Astronomy and present”. – 2016. – Vinnitsa, p. 2.
9. Vovk V. S. Nyzkotekhnolohichni vysokoefektyvni radiotekhnichni rishennia dlia sposterezhen meteoriv ta suputnykiv / V. S. Vovk, O. V. Shulha, Ye. S. Sybiriakova, M. P. Kaliuzhnyi, F. I. Bushuiev, M. O. Kulichenko // Nauka ta innovatsii. – 2017. – 13 (1). – С. 70–74.
10. Zvit NDI MAO za 2016 rik. – URL: <http://www.nao.nikolaev.ua/reports/report2016.pdf> (data zvernennia 25.04.2019 r.).

Грудинин Б. А. Низкотехнологические высокоэффективные решения отслеживания вторжений метеоров в атмосферу земли

Описаны результаты научных исследований проблемы фиксирования вхождений метеорных тел в атмосферу Земли. Предлагаются методы решения данной проблемы, а именно: визуальное наблюдение фактов вторжений космических объектов и их наблюдения в радиодиапазоне электромагнитных волн.

Представлены результаты фиксирования вхождений метеорных тел в атмосферу Земли центром наблюдений космических вторжений при кафедре физико-математического образования и информатики Глуховского национального педагогического университета имени А. Довженко. Исследования выполнены в формате идей всемирно известного ученого в области астрономии К. И. Чурюмова.

Описаны особенности исследования метеорной активности в радиодиапазоне, заключающиеся в регистрации части переизлученной энергии от наземных трансляторов телерадиовещания (так называемое рассеяние вперед, от англ. – forward scattering). Представлены результаты работы автоматизированного комплекса наблюдений метеоров в рамках Соглашения о сотрудничестве между Научно-Исследовательским Институтом “Николаевская астрономическая обсерватория” и Глуховским национальным педагогическим университетом имени А. Довженко.

Ключевые слова: метеор, метеорная активность, космические вторжения, радиодиапазон, автоматизированный комплекс наблюдения метеоров.

Hrudynin B. Low-technological solutions of high efficiency for tracking meteors entering the earth's atmosphere

The article presents the results of the scientific research on the problem of fixing the meteor bodies entering the Earth's atmosphere. The proposed methods for solving this problem are as follows: visual observing of the facts of intrusions of space objects and their tracking in the radio frequency range of electromagnetic waves.

The results of fixing the meteors entering the Earth's atmosphere by the center of observing space intrusion of the department of physical and mathematical education and informatics of Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv national pedagogical university are presented. The research is carried out in the format of the ideas of the world famous astronomer K. I. Churyumov.

The peculiarities of studying the meteor activity in the radio range are characterized. They lie in fixing the amount of the re-radiated energy from terrestrial broadcasting broadcasts. The results of work of the automated meteors observing complex in the framework of the cooperation agreement between the Scientific and research institute “Mykolayiv astronomical observatory” and Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv national pedagogical university are presented.

Keywords: meteor, meteor activity, space invasion, radio band, automated meteor observing complex.

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання на прикладі використання цифрової лабораторії NOVA5000 в процесі виконання студентами лабораторної роботи з курсу загальної фізики “Визначення прискорення вільного падіння”. Використання цифрових лабораторій в фізичному експерименті сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення фізики, поглибленню експериментальних знань, формуванню і розвитку експериментаторської складової фахової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін. У статті описано методику виконання лабораторної роботи “Визначення прискорення вільного падіння” в два етапи: експериментальне дослідження на традиційному обладнанні та дослідження за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. Наведено етапи підготовки обладнання до роботи, етапи проведення дослідження за допомогою мобільної лабораторії на основі портативного комп’ютера NOVA5000, а також етапи аналізу і обробки отриманих результатів. Таким чином традиційна лабораторна робота завдяки сучасному обладнанню набуває нового змісту, розширюються можливості дослідження.

Ключові слова: цифрова лабораторія, фізичний експеримент, мобільна лабораторія, цифрова лабораторія NOVA5000, лабораторна робота, експериментаторська складова фахової компетентності, фізичний практикум, експериментальні знання, експериментальні уміння.

Постановка проблеми. В наш час відбувається активне впровадження у всі сфери життя людини сучасних засобів і технологій. Не став виключенням і навчальний процес. Так, в інформаційне середовище сучасних навчальних закладів різних рівнів інтегруються нові технології фізичної освіти. Це вимагає від педагогів використання у своїй роботі таких приладів і обладнання, методів формування та розвитку умінь і навичок, які сприятимуть розвитку мотивації до навчання, що, у свою чергу, приведе до покращення пізнавальної діяльності студентів.

З часом на лабораторних столах у ВНЗ і школах стає все менше і менше вітчизняного старого обладнання і установок для дослідження фізичних явищ та проведення фізичних демонстрацій і експериментів. Їх замінюють сучасні прилади або цілі комплекси приладів, що об’єднуються в міні-лабораторії. Впровадження сучасного обладнання у освітній процес забезпечує вирішення завдань модернізації навчальної бази та інформатизації освіти, поставлених у “Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки” та з 2011 року у “Концепції Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти” у якій зазначалося про необхідність підготовки вчителів природничо-математичних предметів і впровадження у навчальний процес сучасних інформаційно-комунікативних технологій та оснащення навчальних кабінетів хімії, біології, фізики, географії, математики сучасним обладнанням (апаратура, прилади, пристрої, пристосування тощо), що сприятиме зміцненню матеріально-технічної бази загальноосвітніх навчальних закладів. Виходячи із державної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти можна стверджувати, що для майбутніх вчителів фізики є актуальним знайомство з сучасними експериментальними установками та цифровими лабораторіями [3, с. 248].

Аналіз останніх досліджень. Питання комп’ютеризації експериментально-дослідницької роботи студентів з фізики неодноразово порушувалися у науково-методичних працях В. Заболотного, М. Шута, С. Величка, М. Моклюка, О. Желюка, О. Соколюк, А. Лаврової, О. Пінчука, А. Петриці, І. Сліпухіна, С. Меняйлова, І. Чернецького, С. Сосницької та ін.

Метою даної статті є обґрунтування та реалізація методики поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання в курсі загальної фізики.

Виклад основного матеріалу. Під *цифровою лабораторією* будемо розуміти сучасну універсальну комп'ютеризовану лабораторну систему, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології [4, с. 61].

Сучасне покоління природничо-наукових цифрових лабораторій дає можливість організувати фізичний експеримент на принципово новому рівні, перейти до елементів наукового пізнання та від виключно якісних оцінок досліджуваних явищ до системного аналізу їх кількісних характеристик [2].

Використання цифрових лабораторій в освітньому процесі, і зокрема в фізичному експерименті, сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення фізики як науки, поглибленню знань про фізичні явища, формуванню і розвитку експериментаторської складової фахової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін. Під *експериментаторською складовою фахової компетентності* будемо розуміти цілісне, системне утворення, яке складається із комплексу знань, умінь і навичок в сфері навчального експерименту, індивідуально-психологічних особливостей педагога, акмеологічних інваріант та професійної позиції [1, с. 355].

Використання цифрових лабораторій дозволяє отримати уявлення про суміжні освітні області: інформаційні технології; сучасне обладнання дослідної лабораторії; математичні функції і графіки, математична обробка експериментальних даних, статистика, наближені обчислення; методика проведення досліджень, складання звітів, презентація виконаної роботи. У порівнянні з традиційним обладнанням, цифрові лабораторії надають можливість [5, с. 55]:

- скоротити час, який витрачається на підготовку і проведення фронтального або демонстраційного експерименту;
- підвищити наочність експерименту та візуалізацію його результатів, розширити список експериментів;
- з великою точністю обробити і проаналізувати дані експерименту;
- проводити вимірювання у польових умовах;
- модернізувати вже звичні експерименти.

Опишемо методику поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання на прикладі лабораторної роботи з курсу загальної фізики на тему “Визначення прискорення вільного падіння”. В основу запропонованої методики покладено використання мобільної лабораторії на основі портативного комп'ютера NOVA5000.

Мета роботи. З'ясувати роль сили тяжіння в природі, освоїти метод визначення g за допомогою математичного маятника, визначити чисельне значення g .

Обладнання: Математичний маятник, електронний секундомір, вертикальна шкала з міліметровими поділками, портативний комп'ютер NOVA5000, датчик відстані, штатив, тенісний м'ячик.

В результаті опрацювання теорії студент має засвоїти когнітивну складову експериментальної діяльності у вигляді наступних знань про: прискорення поступального руху; закони Ньютона; силу тяжіння; вагу тіл; прискорення вільного падіння; невагомість; коливальний рух та його характеристики; динаміку коливального руху; маятники.

Виконання лабораторної роботи “Визначення прискорення вільного падіння” складається з двох етапів: виконання експериментальних завдань за допомогою традиційного обладнання та виконання експериментальних завдань за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. Перший етап передбачає наступні завдання:

1. Підвести під кульку маятника фотоеlement секундоміра, відмітити на вертикальній шкалі поділку l_1 , навпроти якої знаходиться центр кульки.

2. Відхилити маятник від положення рівноваги на $5-7^\circ$ і за допомогою секундоміра виміряти час 25 повних коливань. Визначити період коливань маятника $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$.

3. Зупинити маятник, встановити іншу довжину маятника і відмітити поділку l_2 , навпроти якої знаходиться центр кульки. Повторити дії, описані в пункті 2; визначити період коливання маятника $T_2 = \frac{t_2}{n_2}$.

4. За формулою $g = \frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$ обчислити g .

5. Одержати не менше трьох значень g ; знайти середнє значення прискорення вільного падіння та похибку його вимірювання.

Зупинимось детальніше на другому етапі – проведенні експерименту за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. У цьому досліді використаємо датчик відстані для дослідження положення, швидкості та прискорення м'ячика для настільного тенісу, що вільно падає, під час його руху вгору і вниз (після того як він відскочив від підлоги). Цей експеримент також вимірює прискорення м'ячика під час його руху.



Рис. 1. Схема та реальний вигляд експериментальної установки з використанням NOVA5000

Підготовка обладнання до роботи:

1. Запустити програму MultiLab.
2. Підключити датчик відстані до роз'єму 1 (I/O-1) Nova5000.
3. Зберіть обладнання як зображено на рисунку 1.
4. Зафіксуйте датчик відстані на штативі, який розмістите на краю стола. Датчик відстані має бути на висоті близько 1,4 м над землею і спрямований донизу.
5. Встановіть позитивний напрямок вісі положення у напрямку вгору, для чого:
 - 5.1. Натисніть вкладку **Реєстратор** в панелі меню, оберіть кнопку **Установки**.
 - 5.2. Виберіть **Відстань** (вхідну) з меню позитивний напрямок Відстані та натисніть **ОК**.
6. Натисніть кнопку **Налаштування**  на основній панелі і встановіть наступні параметри вимірювання:
 - ✓ **Відстань:** в пункті **Властивості**  виберіть **Встановити на нуль** та **Встановити поточний відлік на нуль**.
 - ✓ **Частота:** 25 вимірів на секунду.
 - ✓ **Виміри:** 200 вимірів.

7. Щоб встановити початок координат системи у бажаній точці (якою являється стіл), натисніть кнопку **Властивості датчика**  біля **Роз'єму 1: Відстань**, у діалоговому вікні **Налаштування**.

Хід роботи:

1. Тримайте м'ячик безпосередньо під датчиком і відпустіть м'ячик.
2. Натисніть кнопку **Старт**  на верхній панелі для початку реєстрації даних.
3. Знову киньте м'ячик. Графік результатів з'явиться автоматично. М'ячик підстрибне кілька разів перед завершенням вимірювання (Рис. 2).

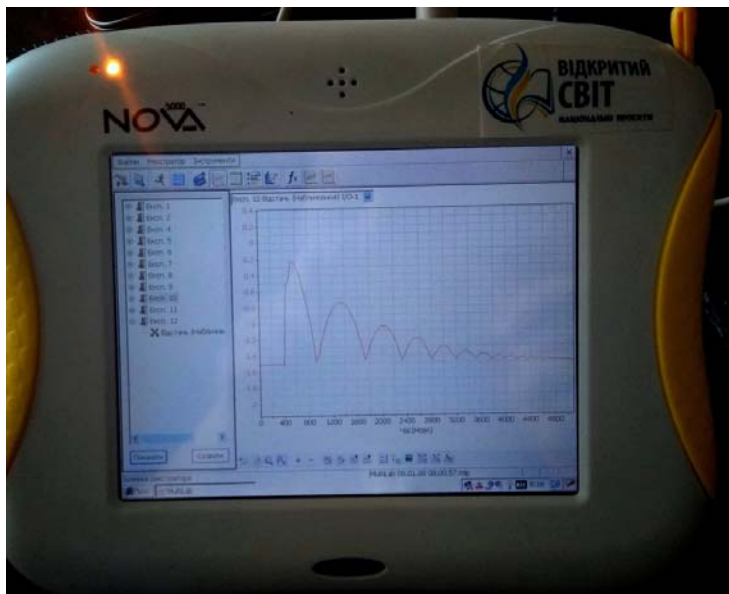


Рис. 2. Отримання графіка результатів експерименту за допомогою портативного комп'ютера NOVA5000

4. Збережіть ваші дані, натиснувши на кнопки **Зберегти** , що знаходиться на верхній панелі (Рис. 3).

Аналіз результатів експерименту:

Визначення прискорення вільного падіння з графіка залежності відстані від часу.

1. Використовуйте курсори для вибору лише одного *стрибка* на **Графіку**.
2. Виберіть пункт **Інструменти** на панелі меню, а потім натисніть пункт **Обрізати**, щоб на екрані було відображено графік залежності відстані від часу для одного циклу.

3. Натисніть кнопку **Додати до проекту**  на панелі графіків, потім натисніть кнопку **Зберегти** .

4. Скористайтеся курсорами щоб вибрати ту область на графіку, де м'ячик перебував у вільному падінні і рухався вгору.

5. Скористайтеся курсорами щоб вибрати область на **Графіку**, де м'ячик перебував у вільному падінні і рухався вниз.

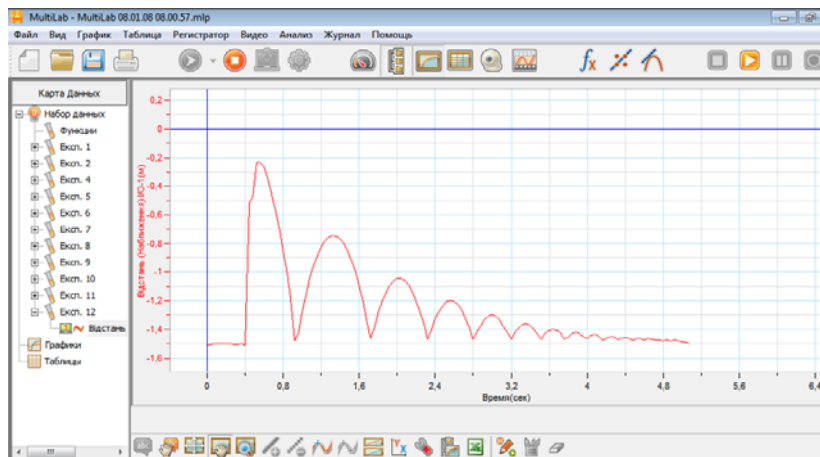


Рис. 3. Скрін вікна програми Multi Lab

6. Графік залежності відстані від часу в області вільного падіння м'ячика матиме вигляд параболи. Зіставте параболу з графіком залежності відстані від часу. Виберіть пункт **Інструменти** в панелі меню; натисніть пункт **Аналіз**, а потім натисніть **Квадратичне наближення**. Графік параболічного наближення з'явиться на графіку залежності відстані від часу, а рівняння наближення буде відображене в нижній частині вікна графіку.

7. Збережіть ваші дані, натиснувши на кнопці **Зберегти**  на верхній панелі.

8. Запишіть рівняння в зошит. Чи відповідає рівняння математичній моделі? Скористайтеся рівнянням для визначення прискорення сили тяжіння g .

9. Вкажіть похибку вимірювання прискорення вільного падіння, порівнявши теоретичне значення (9.8 м/с^2) з визначеним експериментально.

Як бачимо, традиційна лабораторна робота завдяки сучасному обладнанню набуває нового змісту, розширюються можливості дослідження. Цифрові датчики дають можливість отримувати експериментальні дані, не доступні в традиційних навчальних експериментах.

Висновки. Використання цифрової лабораторії в курсі загальної фізики закладів вищої освіти дасть можливість не лише поглибити знання і уміння студентів в області роботи з сучасним фізичним обладнанням, а й розширить можливості самого експериментального дослідження.

Використана література:

1. Демкова В. О. Організація самоосвітньої діяльності студентів у процесі підготовки і виконання лабораторних робіт з фізики / В. О. Демкова // Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". – Sofia, Bulgaria. 2019. – Р. 353-362. – URL: <http://sci-conf.com.ua>.
2. Дорофеев М. В. Принципы эффективного применения цифровых лабораторий / М. В. Дорофеев, И. А. Зими́на, Ю. Б. Стунеева // Химия в школе. – 2010. – № 2. – С. 55-63.
3. Кудін А. П. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів [Текст] / А. П. Кудін, А. О. Юрченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 248–251.

4. Лаврова А. В. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту / А. В. Лаврова, В. Ф. Заболотний // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 50. – № 6. – С. 57-70.
5. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики / А. Юрченко // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.

References:

1. Demkova V. O. Orhanizatsiia samoosvitnoi diialnosti studentiv u protsesi pidhotovky i vykonannia laboratornykh robot z fizyky / V. O. Demkova // Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. – Publishing House “ACCENT”. Sofia, Bulgaria. 2019. – Pp. 353-362. – URL: <http://sci-conf.com.ua>.
2. Dorofeev M. V. Pryntsypy efektyvnoho pryimenenya tsyfrovyykh laboratoriy / M. V. Dorofeev, Y. A. Zymyna, Yu. B. Stuneeva // Khymiya v shkole. – 2010. – № 2. – S. 55-63.
3. Kudin A. P. Prohramne zabezpechennia realnykh fizychnykh laboratornykh praktykumiv [Tekst] / A. P. Kudin, A. O. Yurchenko // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna / [redkol. : P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. – Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2015. – Vyp. 21: Dydaktyka fizyky yak kontseptualna osnova formuvannia kompetentnisnykh i svitohliadnykh yakostei maibutnoho fakhivtsia fizyko-tekhnohichnoho profilu. – S. 248–251.
4. Lavrova A. V. Pidkhyd do orhanizatsii i provedennia shkilnoho navchalnoho fizychnoho eksperymentu / A. V. Lavrova, V. F. Zabolotnyi // Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia. – 2015. – Том 50. – № 6. – S. 57-70.
5. Iurchenko A. Tsyfrovi fizychni laboratorii yak aktualnyi zasib navchannia maibutnoho vchytelia fizyky / A. Iurchenko // Fizyko-matematychna osvita. Naukovyi zhurnal. – Sumy : SumDPU im. A. S. Makarenka, 2015. – № 1 (4). – S. 55-63.

Демкова В. А., Колесникова А. А. Применение цифровых лабораторий в курсе общей физики заведений высшего образования

В статье рассмотрено сочетание традиционного и современного лабораторного оборудования на примере использования цифровой лаборатории NOVA5000 в процессе выполнения студентами лабораторных работ по курсу общей физики “Определение ускорения свободного падения”. Использование цифровых лабораторий в физическом эксперименте способствует повышению интереса студентов к изучению физики, углублению экспериментальных знаний, формированию и развитию экспериментаторской составляющей профессиональной компетентности будущих учителей естественных дисциплин. В статье описана методика выполнения лабораторной работы “Определение ускорения свободного падения” в два этапа: экспериментальное исследование на традиционном оборудовании и исследование с помощью цифровой лаборатории NOVA5000. Приведены этапы подготовки оборудования к работе, этапы проведения исследования с помощью мобильной лаборатории на основе портативного компьютера NOVA5000, а также этапы анализа и обработки полученных результатов. Таким образом, традиционная лабораторная работа благодаря современному оборудованию приобретает новый смысл, расширяются возможности исследования.

Ключевые слова: цифровая лаборатория, физический эксперимент, мобильная лаборатория, цифровая лаборатория NOVA5000, лабораторная работа, экспериментаторских составляющая профессиональной компетентности, физический практикум, экспериментальные знания, экспериментальные умения.

Demkova V., Kolesnikova O. Application of digital laboratories in the general physics of higher education facilities

The article deals with the combination of traditional and modern laboratory equipment using the NOVA5000 digital laboratory in the course of students performing laboratory work in the course of general physics “Determination of free fall acceleration”. The use of digital laboratories in the physical experiment contributes to the increase of students' interest in the study of physics, the deepening of experimental knowledge,

the formation and development of the experimental component of professional competence of future teachers of natural sciences. The article describes the method of performing the laboratory work "Determination of free fall acceleration" in two stages: experimental research on traditional equipment and research using the digital laboratory NOVA5000. The stages of preparation of equipment for work, the stages of carrying out of research by means of mobile laboratory on the basis of a NOVA5000 laptop computer, as well as the stages of analysis and processing of the obtained results are given. Thus, traditional laboratory work, thanks to modern equipment, acquires new content, expanding research opportunities.

Keywords: *digital laboratory, physical experiment, mobile laboratory, digital laboratory NOVA5000, laboratory work, experimental component of professional competence, physical practicum, experimental knowledge, experimental skills.*

УДК 378.371:53

Петруньок Т. Б.

РОЗПОДІЛ ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ "ФІЗИКА" ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

У статті розглядається проблема збільшення обсягу навчального навантаження, пов'язана з обмеженою кількістю аудиторних годин в навчанні фізики майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. Зазначено, що така ситуація гальмує розв'язання проблем, які виникають в реалізації освітнього процесу, а також зумовлює значні ускладнення в опануванні студентами змісту курсу фізики. Констатовано, що у закладах вищої будівельної освіти підходи до реалізації змісту дисципліни "Фізика" в значній мірі залишаються нераціональними. У більшості випадків навчальний матеріал дублюється, у робочих програмах не передбачено висвітлення навчального матеріалу професійної спрямованості. Запропоновано такий підхід до планування навчального матеріалу з фізики, коли елементи змісту у вигляді логічних блоків перерозподіляються по різних видах навчальних занять залежно від їх значимості і першорядності і реалізуються відповідно до специфіки даного виду заняття. Обґрунтовано, що запропонований підхід до планування і реалізації освітнього процесу з фізики забезпечить його оптимізацію і перетворення на єдиний процес пізнання та занурення в професійну сферу діяльності.

Ключові слова: *майбутні фахівці будівництва та цивільної інженерії, планування освітнього процесу з фізики, розподіл змісту дисципліни "Фізика" по видах навчальних занять.*

У закладах будівельної вищої освіти дисципліна "Фізика" викладається у 1-му та 2-му семестрах на. При цьому кількість аудиторних годин, які відводяться на її вивчення, є об'єктивно недостатньою і призводить до значного збільшення обсягу навчального навантаження, що, у свою чергу, зумовлює значні ускладнення в опануванні студентами змісту курсу фізики, а також гальмує розв'язання тих об'єктивних проблем, які виникають в реалізації освітнього процесу при підготовці майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. Серед цих проблем ми виділяємо такі основні:

- низький рівень підготовки випускників закладів середньої освіти до засвоєння знань з фізики за навчальною програмою будівельного університету;
- невідповідність між рівнем мотивації студентів до вивчення фізики та її значимістю для їх подальшої професійної діяльності;
- недостатня розробленість мультимедійного забезпечення навчання фізики та у більшості випадків неузгодженість між змістом цього забезпечення та освітніми цілями;

- недостатня сформованість повного комплексу інтегративних професійних дій, особливо у тих викладачів, які починають свою педагогічну діяльність;

- відсутність у студентів навичок самостійної роботи, що ускладнює опанування ними навчального матеріалу, відведеного на цей вид діяльності.

Розглянемо ці проблеми більш детально.

Низький рівень знань з фізики у випускників закладів середньої освіти – це проблема, яка має специфічний генезис і виникає задовго до того, як сам учень та його батьки починають замислюватися про майбутню професію. До речі, нині ця проблема є загальною для закладів вищої освіти, які готують фахівців за спеціальностями фізичного та фізико-технічного спрямування, в тому числі технічних університетів. У закладах будівельної вищої освіти ця проблема стоїть дуже гостро. Дійсно, дуже рідко учень 5-го – 9-го класу (а навіть і 10-го – 11-го) мріє стати інженером будівельником. І вже тим більше важко собі уявити, щоб учні (та у більшості випадків і їх батьки) своєчасно починали оцінювати значимість того або іншого навчального предмету для вибору професії. Це призводить до того, що учні знаходяться в повному невіданні відносно своїх майбутніх потреб, відповідно, не приділяючи достатньої уваги вивченню тих предметів, знання з яких будуть їм необхідні для успішного навчання за обраною спеціальністю. А під основний удар в такій ситуації попадає фізика. Не секрет, що нинішня молодь не виявляє особливого інтересу до пізнання законів природи з перших етапів навчання, а тому виникає замкнене коло: пропедевтичні знання, одержані учнями при вивченні природознавства у 5-му класі, виявляються недостатніми для початку вивчення фізики в 7-му класі, недоліки в знаннях за 7-й клас призводять до нерозуміння навчального матеріалу у 8-му класі – і далі цей ланцюг продовжується. Що ж стосується змісту курсу фізики закладів середньої освіти II ступеню, то згідно чинних навчальних програм він має досить високий науковий рівень, внаслідок чого в учнів мають місце значні недоліки і прогалини у знаннях з фізики. І коли на момент закінчення закладів середньої освіти у людини формуються певні життєві і професійні інтереси, зокрема, вона вирішує стати інженером-будівельником, виявляється, що для опанування цієї спеціальності необхідні ґрунтовні знання з фізики, яких немає. Якщо при цьому випускник закладу середньої освіти прикладе певних зусиль і все ж таки вступить до будівельного університету, то на момент початку вивчення дисципліни “Фізика” на I-му курсі він буде мати уривчасті та безсистемні знання з фізики. І на такій основі викладач фізики буде вимушений формувати у студента знання з курсу фізики вищої школи, успішне засвоєння яких можливо лише на міцній фундаментальній основі та ще до того ж в умовах невинновданно мінімальної кількості годин.

Наступна проблема – це мотиваційний аспект. У більшості випадків у студентів I-го курсу не сформований достатній рівень мотивації до навчання взагалі і до навчання фізики, зокрема. Це можна пояснити з двох позицій. Перша обумовлена неусвідомленим, спонтанним вибором професії (під впливом батьків, друзів або з надією на її перспективність), але без особливої схильності до даного виду діяльності. У другому випадку студент, який обрав професію інженера-будівельника усвідомлено і прагне стати грамотним фахівцем, в силу своєї слабкої обізнаності не здатний оцінити значимість знань з фізики для обраної спеціальності. І у першому, і у другому випадках викладачу необхідно створити умови для формування у студентів усвідомлених мотиваційних орієнтацій з перших етапів навчання фізики. Зрозуміло, що здійснити це в умовах обмеженої кількості годин дуже складно.

Проблемним питанням є також застосування інформаційно-комунікаційних технологій. Зрозуміло, що це – технології майбутнього, вони інноваційні за своїм змістом і як додатковий засіб здатні забезпечити високу якість навчання. Але в умовах обмеженої

кількості годин реалізувати їх освітній потенціал можна не завжди, як це не дивно, але в таких умовах використання інформаційно-комунікаційних технологій може навіть призвести до зниження якості засвоєння навчального матеріалу. Припустимо, що у викладача підготовлені навчальний відеофільм або мультимедійна презентація з певної теми. Але при цьому йому ще необхідно встигнути ознайомити студентів з основними теоріями, означеннями, законами і формулами, а студенти повинні встигнути не лише їх записати, але й хоча б частково усвідомити. Якщо при роботі в такому режимі почати демонстрацію відеофільму або показ презентації, то увага студентів буде повністю відволікатися на їх перегляд. А після закінчення перегляду протягом певного часу студенти будуть ще обговорювати те, що вони побачили та ділитися своїми думками з приводу цього. На цей процес буде витрачено 15-20 (а то і більше) хвилин аудиторного часу. У підсумку викладач не встигне сформувати у студентів основи необхідних знань. На наш погляд, багато хто з викладачів робить помилку, коли на слайди презентації виносить текстовий матеріал (та ще й дрібним текстом), виведення формул, перерахування закономірностей тощо. Великий обсяг незрозумілого тексту ще більше відволікає увагу студентів від центральних ідей навчального матеріалу і вносить хаотичність в освітній процес. Студенту важко одночасно слухати, писати, читати текст на слайдах і при цьому намагатися зрозуміти суть того, що викладається. Презентація буде доцільно, тоді, коли вона міститиме графіки, рисунки, формули, а також матеріали, що ілюструють прикладні аспекти теми, що вивчається. Таким чином, використання інформаційно-комунікаційних технологій в умовах обмеженості навчального часу має бути чітко продуманим, а зміст навчальних відеофільмів та презентацій слід узгоджувати з навчальними цілями з урахуванням специфіки освітнього процесу.

Важливою проблемою є методична грамотність викладача фізики, коли він працює в умовах збільшення обсягу аудиторного навантаження. В таких умовах від нього вимагається чітке планування освітнього процесу, об'єктивне передбачення навчальних ускладнень та шляхів їх подолання, умілого лавірування в навчальному середовищі, особливого розвитку комунікативних навичок. Таким чином, викладач повинен володіти повним комплексом операційно-методичних, організаційних, психолого-педагогічних, діагностичних знань і умінь. Лише у цьому випадку навчання фізики буде ефективним. Не викликає сумніву той факт, що більшість досвідчених викладачів працює саме так. Але зараз відбувається ротація науково-педагогічних кадрів, на зміну викладачам старої формації приходять молоді кадри. У закладах будівельної вищої освіти вони мають в основному технічну освіту та наукові ступені кандидатів та докторів технічних наук, а це означає, що методична складова їх фахової компетентності не сформована в достатній мірі. Це, безумовно, створює певні ускладнення у підвищенні якості навчання фізики.

Не розв'язаною залишається проблема відсутності у студентів навичок самостійної роботи – від її планування і реалізації до самоконтролю і самооцінювання одержаних результатів. Студенти не вміють правильно підходити до відбору навчальної інформації, здійснювати її логічне структурування, виділяти головні і другорядні елементи змісту. Цьому їх треба навчати. Тому на перших етапах навчання позитивні результати може дати спільне планування викладача зі студентом його самостійної роботи. Крім того, на самостійне опрацювання доцільно виносити лише ті теми або питання, які не мають високого ступеня проблемності і новизни.

Таким чином, зазначені вище проблеми значно знижують якість освітнього процесу, особливо в умовах недостатньої кількості аудиторних годин. Зокрема, у Київському національному університеті будівництва і архітектури на вивчення курсу “Фізика” для спеціальності “Будівництво та цивільна інженерія” відводиться лише 270 годин на рік:

144 години – аудиторні заняття, 126 годин складає самостійна робота. Наприклад, при вивченні змістовного модуля “Механіка” передбачено лише 9 лекційних занять (18 годин), а саме:

- Лекція № 1. Вступ.
- Лекція № 2. Вступ до механіки.
- Лекція № 3. Елементи кінематики.
- Лекція № 4. Динаміка поступального руху.
- Лекція № 5. Закон збереження імпульсу
- Лекція № 6. Динаміка обертального руху.
- Лекція № 7. Енергія, робота та потужність. Закон збереження енергії.
- Лекція № 8. Елементи механіки суцільних середовищ.
- Лекція № 9. Елементи спеціальної теорії відносності.

При вивченні змістовного модуля “Молекулярна фізика та термодинаміка” передбачено 6 лекційних занять (12 годин) таких як:

- Лекція № 1. Молекулярно-кінетична теорія речовини.
- Лекція № 2. Елементи статистичної фізики.
- Лекція № 3. Основи термодинаміки.
- Лекція № 4. Друге начало термодинаміки.
- Лекція № 5. Реальні гази.
- Лекція № 6. Тверді тіла. Рідини.

Проте, незважаючи на зниження якості навчання фізики в умовах недостатньої кількості аудиторних годин, підходи до реалізації змісту дисципліни залишаються нерациональними. У більшості випадків навчальний матеріал дублюється, тобто одні й ті самі питання розглядаються на лекціях, практичних і лабораторних заняттях. На самостійну роботу не завжди виноситься навчальний матеріал, який студенти здатні опанувати без допомоги викладача. І, що особливо неприпустимо, найчастіше за все висвітлення навчального матеріалу професійної спрямованості у робочих програмах не передбачено.

Нами запропоновано такий підхід до планування навчального матеріалу з дисципліни “Фізика”, коли елементи змісту у вигляді логічних блоків перерозподіляються по різних видах навчальних занять залежно від їх значимості і першорядності і реалізуються відповідно до специфіки даного виду заняття. Наведемо конкретні приклади.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. МЕХАНІКА

Зміст модуля:

Тема 1.1. Кінематика

Вступ до курсу фізики. Предмет фізики. Зв'язок фізики з іншими науками. Взаємозв'язок фізики та техніки. Структура та мета викладання курсу фізики. Методи фізичних досліджень властивостей будівельних матеріалів. Міжнародна система одиниць. Предмет механіки. Класична, релятивістська та квантова механіки. Матеріальна точка, абсолютно тверде тіло (АТТ), суцільне середовище. Простір та час. Система відліку. Траєкторія, переміщення, шлях. Миттєва швидкість, лінійне прискорення. Нормальне та тангенціальне прискорення. Рівняння руху матеріальної точки. Поступальний та обертальний рух. Ступені свободи руху АТТ. Рівняння руху точки по колу. Кутова швидкість та кутове прискорення. Зв'язок лінійних та кутових характеристик при русі по колу. Класифікація простих рухів.

Знання і уміння, які має опанувати студент.

На лекційних заняттях

Вступ до курсу фізики. Предмет фізики. Структура та мета викладання курсу фізики. Предмет механіки. Класична, релятивістська та квантова механіки. Матеріальна точка, абсолютно тверде тіло (АТТ), суцільне середовище. Простір та час. Система відліку. Поступальний та обертальний рухи. Ступені свободи руху АТТ. Класифікація простих рухів.

На практичних заняттях

Міжнародна система одиниць. Траєкторія, переміщення, шлях. Миттєва швидкість, лінійне прискорення. Нормальне та тангенціальне прискорення. Рівняння руху матеріальної точки. Рівняння руху точки по колу. Кутова швидкість та кутове прискорення. Зв'язок лінійних та кутових характеристик при русі по колу.

На лабораторних заняттях

Методи фізичних досліджень властивостей будівельних матеріалів.

Самостійно

Зв'язок фізики з іншими науками. Взаємозв'язок фізики та техніки.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКА

Тема 2.1. Елементи статистичної фізики

Статистичний метод дослідження молекулярних явищ. Молекулярно-кінетична теорія речовини. Ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу в статистичній фізиці. Термодинамічний метод дослідження молекулярних явищ. Газові закони. Рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва-Клапейрона). Енергія молекул та її розподіл за ступенями свободи руху. Абсолютна температура. Розподіл Максвелла молекул за їх швидкостями. Характеристичні швидкості молекул. Барометрична формула. Розподіл Больцмана частинок в силовому полі. Статистика Максвелла-Больцмана. Зіткнення молекул, модель зіткнень. Середня довжина вільного пробігу молекул. Технічний вакуум. Поведінка газів за умов низького тиску. Вакуумне обладнання та вакуумні технології (вакуумна каналізація, теплоізоляція, гідроізоляція, вакуумування бетонних сумішей). Явища переносу. Способи теплопередачі – теплопровідність, конвекція, випромінювання. Фізична кінетика

Знання і уміння, які має опанувати студент

На лекційних заняттях

Статистичний метод дослідження молекулярних явищ. Молекулярно-кінетична теорія речовини. Ідеальний газ. Газові закони. Енергія молекул та її розподіл за ступенями свободи руху. Розподіл Максвелла молекул за їх швидкостями. Розподіл Больцмана частинок в силовому полі. Статистика Максвелла-Больцмана. Зіткнення молекул, модель зіткнень. Середня довжина вільного пробігу молекул. Поведінка газів за умов низького тиску. Зіткнення молекул, модель зіткнень.

На практичних заняттях

Рівняння стану ідеального газу в статистичній фізиці. Рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва-Клапейрона).

На лабораторних заняттях

Барометрична формула. Явища переносу. Способи теплопередачі – теплопровідність, конвекція, випромінювання.

Самостійно

Термодинамічний метод дослідження молекулярних явищ. Абсолютна температура.

Технічний вакуум. Вакуумна техніка. Фізична кінетика

Ми пропонуємо здійснювати планування навчального матеріалу таким чином, щоб окремі питання не дублювалися і при цьому розглядалися послідовно і цілісно на єдиній методологічній основі. При цьому не має порушуватися логіка викладення: наприклад питання, передбачені для розгляду на практичному або лабораторному занятті (в рамках окремої теми), не повинні вивчатися раніше, ніж ті, які передбачені для викладення під час лекційного заняття, яке залишається основоположним. Запропонований нами підхід до планування і реалізації освітнього процесу з дисципліни “Фізика” дозволить оптимізувати його, в значній мірі усунути ускладнення, які виникають у студентів при роботі в режимі обмеженого навчального часу, а також забезпечити злиття знань і дій в єдиний процес пізнання і занурення в професійну сферу діяльності.

Використана література:

1. Шут М. І. Використання внутрішніх резервів освітньої системи з метою поліпшення якості фахової підготовки майбутніх учителів фізики / М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Випуск 22. – С. 63–66.
2. Петруньок Т. Б. Особливості модульної навчальної програми з фізики для студентів будівельних вищих навчальних закладів / Т. Б. Петруньок // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка / [ред. кол. : П. С. Атаманчук (голов. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – 109 – 111 с.
3. Петруньок Т. Б. Особливості навчання фізики у будівельних вищих навчальних закладах / Т. Б. Петруньок // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Вип. 2. – Бердянськ : ФО-П Ткачук О.В., 2015. – 233 – 238 с.

References:

1. Shut M. I. Vykorystannya vnutrishnikh rezerviv osvithnoyi systemy z metoyu polipshennya yakosti fakhovoyi pidhotovky maybutnikh uchyteliv fizyky / M. I. Shut, L. YU. Blahodarenko // Zbirnyk naukovykh prats' Kam'yanets'-Podil's'koho natsional'noho universytetu imeni Ivana Ohiyenka. Seriya pedahohichna. – Kam'yanets'-Podil's'kyy, 2016. – Vypusk 22. – S. 63–66.
2. Petrun'ok T. B. Osoblyvosti modul'noyi navchal'noyi prohramy z fizyky dlya studentiv budivel'nykh vyshchyykh navchal'nykh zakladiv / T. B. Petrun'ok // Zbirnyk naukovykh prats' Kam'yanets'-Podil's'koho natsional'noho universytetu imeni Ivana Ohiyenka / [red. kol. : P. S. Atamanchuk (holov. red.) ta in.]. – Kam'yanets'-Podil's'kyy : Kam'yanets'-Podil's'kyy natsional'nyy universytet imeni Ivana Ohiyenka, 2016. – Vypusk 22: Dydaktychni mekhanizmy diyevoho formuvannya kompetentnistnykh yakostey maybutnikh fakhivtsiv fizyko-tekhnolohichnykh spetsial'nostey. – 109 – 111 s.
3. Petrun'ok T. B. Osoblyvosti navchannya fizyky u budivel'nykh vyshchyykh navchal'nykh zakladakh / T. B. Petrun'ok // Naukovi zapysky Berdyans'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky : zb. nauk. pr. – Vyp. 2. – Berdyans'k : FO-P Tkachuk O.V., 2015. – 233 – 238 s.

Петруньок Т. Б. Распределение содержания дисциплины “физика” по видам учебных занятий с целью оптимизации образовательного процесса

В статье рассматривается проблема увеличения объема учебной нагрузки, связанная с ограниченным количеством аудиторных часов в обучении физике будущих специалистов строительства и гражданской инженерии. Отмечено, что такая ситуация тормозит решение проблем, возникающих в реализации образовательного процесса, а также обуславливает значительные затруднения в овладении студентами содержанием курса физики. Констатируется, что в учреждениях строительного высшего образования подходы к реализации содержания дисциплины “Физика” в значительной степени остаются нерациональными. В большинстве случаев в рабочих программах учебный материал дублируется, не предусмотрено рассмотрение вопросов профессиональной направленности. Предложен

такой подход к планированию учебного материала по физике, когда элементы содержания в виде логических блоков перераспределяются по разным видам учебных занятий в зависимости от их значимости и первостепенности и реализуются соответственно специфике данного вида занятия. Продемонстрирована реализация предложенного подхода на примерах содержательного модуля 1 "Механика" и содержательного модуля 2 "Молекулярная физика и термодинамика". Сделан акцент на том, что при таком планировании вопросы рассматриваются последовательно и целостно на единой методологической основе, при этом не должна нарушаться логика изложения, а лекционное занятие остаётся основополагающим. Обосновано, что предложенный подход к планированию и реализации образовательного процесса по физике обеспечит его оптимизацию и преобразование в единый процесс познания и погружения в профессиональную сферу деятельности.

Ключевые слова: будущие специалисты строительства и гражданской инженерии, планирование образовательного процесса по физике, распределение содержания дисциплины "Физика" по видам учебных занятий.

Petrunko T. Distribution of contents of the physics discipline by types of training to optimize educational process

The article deals with the problem of increasing the volume of study load related to the limited number of classroom hours in teaching physics to future construction and civil engineering professionals. It is noted that such a situation hinders the solution of problems arising in the implementation of the educational process, and also causes considerable difficulties in mastering the content of the course of physics by students. It is stated that the approaches to the implementation of the content of the discipline "Physics" in institutions of construction higher education remain largely irrational. In most cases, in the work programs, the training material is duplicated, there is no provision for consideration of professional orientation issues. This approach to the planning of physics training material is proposed, when the content elements in the form of logical blocks are redistributed to different types of training sessions depending on their importance and importance and are implemented according to the specifics of this type of training. The implementation of the proposed approach with the examples of the content module 1 "Mechanics" and the content module 2 "Molecular physics and thermodynamics" is demonstrated. Emphasis is placed on the fact that in such planning issues are considered consistently and holistically on a single methodological basis, while the logic of presentation should not be disturbed, and the lecture session remains fundamental. It is substantiated that the proposed approach to planning and implementation of the educational process in physics will ensure its optimization and transformation into a single process of knowledge and immersion in the professional sphere of activity.

Keywords: future specialists in civil engineering and civil engineering, planning of the educational process in physics, distribution of the content of the discipline "Physics" by types of training.

УДК 539.1(07)

Терещук С. І.

**ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ:
ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ГЕНЕТИЧНІ ВИТОКИ**

У статті розглянуто методологічні та філософські аспекти критичного мислення як технології навчання. Представлено нову методико-методологічну схему вивчення фізики у ліцеях, яка заснована на ідеях критичного раціоналізму, і яка покладена в основу методичної системи навчання квантової фізики та будови атома у курсі фізики ІІ класу. Пропонована модель передбачає формування в учнів умінь висувати гіпотези, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами, процесами, фізичними

величинами, спираючись на результати фундаментальних фізичних експериментів (дослід Резерфорда, ефект Комптона та інші).

Ключові слова: критичне мислення, квантова теорія, будова атома, гіпотетико-дедуктивний підхід у навчанні, методична система, технології навчання.

Конструкт “критичне мислення” містить усі складові, за якими його можна віднести до поняття “технологія навчання”. Як технологія, критичне мислення в своїй структурі містить: цілі, які об’єднують знання, практичні навички, досвід упровадження знань навколо ціннісних орієнтирів. Аналіз цих компонентів показав, що їх формування загалом здатне не лише підвищити ефективність навчального процесу, а вирішити суто методичні проблеми, які притаманні викладанню відомостей із квантової фізики. Однією з таких важливих проблем є проблема наочності.

У методиці викладання квантової фізики існує проблема порушення принципу наочності. В результаті проведених досліджень нами було доведено, що ця проблема не може бути вирішена в межах традиційних методичних підходів, які у згорнутому вигляді можна представити як сукупність методів навчання, що репрезентують індуктивно-споглядальний підхід, коли розгортання навчального матеріалу відбувається у напрямку від чуттєвого сприйняття до узагальнення на рівні понять. Для того, аби відійти від вказаних підходів з формування понять, розглянемо іншу концепцію, що віддзеркалює гіпотетико-дедуктивний підхід у навчанні. У зв’язку з цим ми звернулись до ідей критичного мислення. Коротко розглянемо критичний раціоналізм та еволюційну епістемологію як філософські витоки концепції критичного мислення.

Концепт *критичного мислення* базується на філософії критичного раціоналізму Карла Поппера (Karl Raimund Popper, 1902–1994). К. Поппер розглядав свою теорію як синтез класичного раціоналізму та емпірицизму, і водночас як альтернативу цих філософських концепцій. Проаналізуємо раціоналізм та емпіризм (позитивізм) у порівнянні з критичним раціоналізмом із огляду їх впливу на технології навчання.

Протягом XVII–XIX ст. остаточно сформувалися два класичні напрямки в теорії пізнання: раціоналізм та емпіризм. Загальновідомо, що класичний раціоналізм (Декарт, Лейбніц, Спіноза) пов’язується із дедуктивним методом пізнання, коли знання про навколишній світ можна здобути, спираючись лише на “чистий розум”, на властиві йому безсумнівні “вроджені” ідеї та строго логічні міркування, які не спираються на досвід. Відмова від емпіричного матеріалу обґрунтовувалась тим, що безсумнівні ідеї чистого розуму є найзагальнішими істинами, з яких шляхом дедукції можна вивести істини меншого рівня загальності. Натомість класичний емпіризм проголошував, що “в свідомості немає нічого, чого раніше не було б дано у відчутті”. Емпіричне пізнання відбувається шляхом індуктивного накопичення фактів спостережень та вимірювань, які потім узагальнюються. Згодом обидві теорії зіштовхнулись із нездоланими проблемами. Критики раціоналізму справедливо вказували на те, що керуючись логічними умовиводами, можна дізнатися про відношення лише між теоретичними конструктами, що не пов’язані із реальністю, яка існує незалежно від уяви людського розуму. Тому про навколишній світ можна дізнатися, спираючись саме на досвід, експериментальні дослідження. Зрештою, раціоналізм залишився в історії філософії як протилежність ірраціональному. Інакше кажучи, раціоналізм в сучасному розумінні – переконання чи віра в розум, як інструмент, на який слід спиратися при дослідженні природи. У зв’язку з цим, пізнання через вивчення емпіричних законів видається більш доцільним. Теорія емпіризму набула найбільшої популярності і в пізній версії (XIX–XX ст.) – позитивізм – вважалася такою, що відбиває науковий триб природничо-наукового пізнання.

У дидактичному аспекті концепція емпіризму знайшла свій прояв у логіко-

психологічних особливостях формування фізичних понять, які спрямовують мислення від чуттєво-конкретного до абстрактно-загального. На цій стадії відбувається відбір і класифікація наукових фактів із наступним утворенням загальних уявлень про певне фізичне явище або клас явищ (процесів) на підставі чуттєвого матеріалу. Цей процес може відбуватися у такій послідовності. Відповідно до логіки емпіричного пізнання дійсності, формування окремих наукових фактів розпочинають із постановки та проведення спостереження або експерименту. Визначають мету дослід, формулюють проблему згідно з поставленою метою та рівня вирішуваної проблеми, обирають адекватний інструментарій. Після отримання емпіричних даних, їх очищають від випадкових та суб'єктивних даних, несуттєвих, другорядних факторів тощо. Тут на повну потужність проявляється раціоналізм у формі логіко-математичної обробки і як результат – отримання емпіричних залежностей. У результаті може утворитися емпіричне поняття як специфічна логічна форма даного рівня пізнання [1]. Воно характеризується більш високим рівнем абстракції, коли поняття не прив'язується в уяві учня до конкретного предмету чи явища або процесу. Завершення стадії емпіричного пізнання завершується вербальною дефініцією фізичного поняття. Наступний етап – теоретичне узагальнення понятійної форми мислення, причому не за формально-логічними критеріями узагальнення окремих, одиничних властивостей і якостей, а за змістовним, генетичним підґрунтям, що перетворює знання на абстрактно-теоретичне. Таким чином, загальна схема пізнавального процесу вкладається у схему: *Дослід – Індуктивне узагальнення – Теоретичне узагальнення – Теорія – Верифікація теорії*.

Значення теоретичного пізнання полягає в тому, що теоретичне осмислення дає значно більше, ніж сукупність емпіричних фактів, які часто розрізнені та подекуди здаються між собою не пов'язаними. Створення теорії можна уявити як побудову цілісної картини явищ або фізичних процесів. Це відбувається як генералізація системи наукових фактів, що інтерпретують у рамках теорії не лише на основі логічних умовиводів, а спираючись на дані дослідів, які творчо, по-новому осмислюються та перегруповуються у струнку і завершену систему наукових фактів, емпіричних понять, і законів. Цей базис теорії набуває важливого значення в сенсі взаємовідношення теорії та фактів, оскільки теорія “мусить” передбачати нові факти. Звідси впливає ідея верифікації, яка є характерною для філософії неопозитивізму. Верифікацію зазвичай інтерпретують дуально (в сильному і слабкому розумінні): теорія логічно впливає із наукових фактів, які стають основою побудови теоретичних узагальнень, входячи до її емпіричного базису; теорія має підтверджуватися досвідом, фактами, які є результатом застосування теорії для передбачення невідомих фактів або пояснення нових. У циклі наукового пізнання верифікація надалі дозволяє реалізовувати наступні після теоретичного узагальнення фази та функціональні форми знання – науково-технічне застосування (техніко-технологічне знання) та науково-практичне застосування (нові знання та алгоритм діяльності). З іншого боку знання імпліцитно дозволяє своє практичне застосування.

Згідно з ідеями емпіризму (позитивізму) у методиці навчання фізики превалювала рекомендація циклічності викладу навчального матеріалу, коли процес формування нових знань розпочинався і завершувався експериментом: експериментальні факти – модель – теоретичне узагальнення – експериментальне підтвердження теоретичних висновків (В.Г. Разумовський). Така структурно-логічна схема викладу навчального матеріалу передбачала засвоєння учнями елементів фізичних теорій. Вивчення основ теорій в основній та старшій школах, введених у зміст шкільного курсу фізики під час відповідних реформ 1969–1972 рр., крім вказаних вище у нашому дослідженні цілей, мало на меті методологічно та методично закріпити підхід, при якому формування нових наукових понять розпочинають із чуттєвого сприйняття учнями емпіричних фактів з наступним їх індуктивно-теоретичним

узагальненням та поверненням до експерименту для підтвердження нової для учнів теорії. У контексті аналітичної філософії така логіка викладу навчальних відомостей з будови речовини відповідає загальній теорії пізнання, сформованій у традиціях позитивізму і сповна себе виправдала в основній школі. Це пов'язано з тим, що вивчення теорії будови речовини, яка згодом у старшій школі розгортається у МКТ, відповідає класичній фізиці. Вивчення квантової теорії (елементів) зіштовхується із труднощами, що викликані не лише із неможливістю відтворити більшість дослідів, а й із більш фундаментальною проблемою – майже повною відсутністю наочності. Результатом є формування знання, яке як поліструктурний феномен набуває стану ідеальної категорії, до якої можна лише нескінченно наближуватись у процесі мисленнєвої, а відтак й пізнавальної діяльності. Вказану проблему розв'язати в рамках традиційних методичних підходів розв'язати досить складно, а подекуди й неможливо, оскільки вони спираються на позитивістську концепцію пізнання. Водночас, сучасні дослідження, пов'язані із теорією поля, вивченням елементарних частинок в рамках стандартної моделі та у фізиці високих енергій, змусили вчених поступово застосувати новий методологічний інструментарій, що дозволяє сподіватися на подальший розвиток фізики, а в дидактичному аспекті при залученні його в адекватній формі до навчального процесу, вирішити вказану вище проблему наочності. Для того, аби показати як це можливо, розглянемо альтернативну до позитивістських та неопозитивістських підходів концепцію *критичного раціоналізму*.

У наведеній вище циклічній схемі експеримент методологічно має на меті спочатку зібрати в єдиний перелік усі експериментальні факти, а на завершальній стадії показати верифікованість теорії і як наслідок – її підтвердження. В учнів складається враження про другорядність експериментального методу наукового дослідження, який ніби слідує за теоретичними дослідженнями і слугує інструментом для емпіричного накопичення розрізнених фактів, а на завершальній стадії лише для підтвердження справедливості теорії. Принагідно відзначимо, що саме за такої логіки в сенсі верифікації, застосовувався фізичний навчальний експеримент у технології проблемного навчання.

Р. Фейнман наголошує, що довести справедливості будь-якої теорії в принципі неможливо [4]. Експериментально теорію можливо лише спростувати, проте довести її істинність неможливо. Саме цей факт, відомий сучасній фізиці, був вперше сформульований Т. Гобсом (Thomas Hobbes 1588–1679) та глибше досліджений шотландським філософом-емпіриком Девідом Юмом (David Hume, 1711–1776). Індуктивний метод відомий ще з часів Сократа та Аристотеля, а його засновниками прийнято вважати Леонардо да Вінчі та Бекона. Індукціонізм здавна піддавався критиці стародавніми філософами (Секст Емпірик, Аль-Газалі). Девід Юм сформулював проблему індукції, вказавши, що не існує жодних обґрунтованих підстав для твердження про те, що індуктивні умовиводи ведуть до істинних теорій. За Юмом, якщо серед множини певного класу явищ спостерігаються певні закономірності, то не існує раціональних підстав вважати, що спостережувана закономірність або характеристика буде притаманна наступному явищу цього класу [2].

Незважаючи на те, що прибічники емпірицизму та позитивізму намагалися розробити низку логічних умовиводів, у межах яких було б можливим забезпечити істинність результатів при переході від тверджень про окремі факти до узагальнення, аргументація Д. Юма залишалася нездоланною.

Поппер стверджував, що він знайшов розв'язання проблеми індукції. У працях “Логіка наукового відкриття” (1934 р.), “Припущення і спростування” (1963 р.), “Об'єктивне знання: еволюційний підхід” (1972 р.) та ін. він запропонував *концепцію критичного раціоналізму*, з позицій якої розв'язав проблему індукції.

Прибічники класичного раціоналізму та емпіризму вважали, що існує науковий метод

пізнання, який дозволяє досягти надійного та “остаточного” знання. З їх точки зору раціональність полягає в тому, що, керуючись цим методом, можна з високою ймовірністю гарантувати істинність будь-якої теорії. К. Поппер вважав, що таких методів не існує, а раціональність, на його думку, пов'язана не з гарантіями істинності певних знань, а з вибором та критичним аналізом гіпотез. За К. Поппером раціональність полягає в тому, що, маючи кілька альтернативних гіпотез, спираючись на критичний аналіз, дискусії з іншими учасниками дослідження, можна з'ясувати переваги та недоліки кожної гіпотези. Потім на підставі проведених дискусій та результатів раціонально-критичного аналізу обрати одну гіпотезу як тимчасово істинну. Слід підкреслити, що цей вибір є тимчасовим у тому сенсі, що дослідник залишається відкритим для подальшої перевірки та критики обраної гіпотези, і готовий відкинути гіпотезу з огляду на нові факти, які згодом можуть відкритись і які покажуть, що інша, раніше не прийнята гіпотеза тепер найближче належить до істинної (теж тимчасово), і тому треба прийняти нову гіпотезу, на основі якої буде створена нова теорія [3].

Таким чином, раціональність за Поппером відіграє роль методологічного інструментарію, що дозволяє вважати певну теорію істинною тією мірою, якою вона є кращою за усі відомі альтернативні теорії за наявних фактів.

Замість того, щоб шукати контраргументи, які б спростували аргументацію Д. Юма, К. Поппер погодився і доповнив його своїми власними аргументами. Д. Юм стверджував, що навіть за відсутності раціональних підстав для логічної індукції, певна процедура існує завдяки психологічній індукції. Остання набула помітної підтримки у постпозитивістських поглядах Т. Куна, І. Лакатоса, С. Тулміна, П. Фейєрабенда та багатьох інших, які ґрунтувалися на помірному епістемологічному психологізмі. Сучасна модель науки виключає психологічний контекст у його крайньому прояві, і водночас спирається на методологічний зміст реконструкції, що поєднує в собі, крім логічного, гносеологічного, соціального, й психологічний аспект проблеми. Натомість К. Поппер відкинув психологічну складову індуктивної процедури (але визнавав акт наукового відкриття у психологічному контексті), і запропонував модель, що заперечує будь-які особистісні фактори в аналізі наукового пізнання. Ідея психологічної індукції полягає в тому, що у свідомості дослідника під впливом досвіду відбуваються певні індуктивні процеси – індуктивні умовиводи “за звичкою” – внаслідок чого він поширює знання про явища, які вже спостерігалися, на інші подібні явища, які ще не спостерігались. К. Поппер заперечував доцільність не лише логічної, але й психологічної індукції, підтримуючи ідеї безсуб'єктної епістемології в частині індуктивних процедур [3].

Розв'язання проблеми індукції, запропоноване К. Поппером, полягало в тому, що індуктивний метод пізнання, за яким відбувається перехід від певної множини спостережень через логічну (або психологічну) індуктивну процедури з наступним узагальненням на рівні теоретичного знання, є хибною інтерпретацією процесу пізнання. Пізнання відбувається гіпотетико-дедуктивним шляхом на початку якого постає наукова проблема, як епістемологічна категорія. Наприклад, вона може існувати у формі протиріччя між усталеною теорією та новими емпіричними фактами. Як вже відзначалося вище, ключовим етапом пізнавального процесу є індуктивна процедура, в адекватній формі віддзеркалена в структурі навчальної діяльності учнів. К. Поппер доводив, що індукція (логічна чи психологічна) непотрібна для пізнання. Центральним поняттям його епістемологічної концепції є ідея раціоналізму, що має атрибут релятивістського критерію, за яким визначаються відносні переваги однієї гіпотези (або теорії) порівняно з альтернативними гіпотезами (теоріями). Якщо в класичному раціоналізмі або емпірицизмі (позитивізмі) ідея раціональності є жорстко детермінованим критерієм, який гарантує істинність (або високу

ймовірність істинності) теорії, то в термінах *критичного раціоналізму*, рацію виступає релятивістським критерієм щодо істинності теорії (концепції, гіпотези, системи поглядів тощо). Термін “релятивізм” тут застосований у сенсі “відносності істинності” певної теорії. Інакше кажучи, це когнітивний релятивізм, хоча загалом попперівська концепція не релятивістська. Отже, релятивізм розуміється у більш вузькому сенсі – теорія тимчасово приймається як істинна, але процес її побудови не припиняється, її істинність не є детермінованою щодо нових емпіричних фактів.

Таким чином, у концепції критичного раціоналізму власне раціоналізм має інше змістове наповнення – замість того, щоб доводити істинність або високу ймовірність істинності теорії (гіпотези) і виступати гарантом цієї істинності, раціональний підхід за К. Поппером передбачає тимчасовий вибір саме тієї теорії, яка краще відповідає певним критеріям та витримує раціональну критику порівняно з альтернативними теоріями або гіпотезами. До вказаних критеріїв належать *універсальні регулярності та принцип фальсифікації*.

Підсумовуючи, слід зазначити наступне. Для класичного емпірицизму та класичного раціоналізму характерними є індуктивний та дедуктивний методи пізнання відповідно. *Класичний раціоналізм*, як базис постпозитивістської епістемології, сповідує гіпотетико-дедуктивний метод пізнання. Саме за допомогою нього теорії піддаються раціонально-критичному випробуванню через дедуктивне виведення з них різних висновків, що піддаються критиці. Гіпотетико-дедуктивний метод пізнання спрямовує останній як циклічний рух від проблеми до висунення гіпотези, її раціональної критики (спроби фальсифікації) і, далі, прийняття однієї з альтернативних гіпотез або відхилення усіх та постановки нової проблеми. Якщо ж зрештою певна гіпотеза пройде випробування фальсифікацією і буде тимчасово визнана як така, що найближче відповідає істинній, то процес її фальсифікації не припиняється, а відтак, при появі нових фактів, змусить вчених її переглянути, постане нова проблема і цикл повториться знову: *Проблема – Гіпотези – Раціональна критика – Вибір гіпотези – Раціональна критика нової теорії – Нова проблема*. Таку схему будемо надалі називати гіпотетико-дедуктивною.

Інтеграція цієї схеми у навчальний процес в адекватній, стосовно дидактичних принципів формі, вимагає перегляду та докорінної зміни раніше розглядуваної циклічної схеми пізнавального процесу *Дослід – Індуктивне узагальнення – Теоретичне узагальнення – Теорія – Верифікація теорії*. Проведений нами порівняльний аналіз цих схем показує, що концептуально вони відрізняються, по-перше, місцем та роллю фізичного експерименту в навчальному процесі; по-друге, наявністю у другій схемі процедури раціональної критики гіпотези (або кількох гіпотез); по-третє, елементом на якому замикається цикл – для першої схеми таким елементом є дослід (демонстраційний або фронтальний експеримент в навчальному процесі), а для другої – проблемна ситуація, яку необхідно вирішити шляхом критичного аналізу гіпотези (або гіпотез); по-четверте, методологічно вказані підходи відрізняються превалюванням різних наукових методів пізнання – у першій схемі первинною є індуктивна процедура, а у другій – дедуктивний метод пізнання.

Використана література:

1. *Ляшенко О. І.* Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи / О. І. Ляшенко. – К. : Генеза, 1996. – 128 с.
2. *Лоу С.* Почему мы ожидаем, что Солнце завтра взойдет? / С. Лоу // *Философский тренинг*. – М. : АСТ, 2007. – 352 с.
3. *Поппер К.* Наука: предположения и опровержения / К. Поппер // *Предположения и опровержения*. – М. : АСТ, Ермак, 2004. – 638 с.

4. Ричард Фейнман. Характер физических законов : пер. с англ. Э. Наппельбаум, В. Голышев / Ричард Фейнман. – Издательства : Астрель, Neoclassic, АСТ, 2011. – 256 с.

References:

1. Liashenko O. I. Formuvannia fizychnoho znannia v uchniv serednoi shkoly: Lohiko-dydaktychni osnovy / O. I. Liashenko. – K. : Heneza, 1996. – 128 s.
2. Lou S. Pochemu мы ozhydaem, chto Solntse zavtra vzoidet? Fylosofskiy trenynh / S. Lou. – M. : AST, 2007. – 352 s.
3. Popper K. Nauka: predpolozheniya y oproverzheniya. Predpolozheniya y oproverzheniya / K. Popper. – M. : AST, Ermak, 2004. – 638 s.
4. Rychard Feinman. Kharakter fyzycheskykh zakonov : Per. s anhl. Э. Nappelbaum, V. Holyshev / Rychard Feinman. – Yzdatelstva : Astrel, Neoclassic, AST, 2011. – 256 s.

Терещук С. И. Технология развития критического мышления: основные понятия и генетические источники.

В статье рассмотрены методологические и философские аспекты критического мышления как технологии обучения. Представлена новая методико-методологическая схема изучения физики в лицеях, которая основана на идеях критического рационализма, и которая положена в основу методической системы обучения квантовой физики и строения атома в курсе физики 11-го класса. Предлагаемая модель предусматривает формирование у учащихся умения выдвигать гипотезы, устанавливать причинно-следственные связи между явлениями, процессами, физическими величинами, опираясь на результаты фундаментальных физических экспериментов (опыт Резерфорда, эффект Комптона и другие). Процессуально она предусматривает следующие этапы: Проблема – Гипотезы – Рациональные критика – Выбор гипотезы – Рациональная критика новой теории – Новая проблема.

В методике преподавания квантовой физики существует проблема нарушения принципа наглядности. В результате проведенных исследований нами было доказано, что эта проблема не может быть решена в пределах традиционных методических подходов, которые в свернутом виде можно представить как совокупность методов обучения, представляющих индуктивно-созерцательный подход, когда развертывание учебного материала происходит в направлении от чувственного восприятия к обобщению на уровне понятий.

Для того, чтобы отойти от указанных подходов по формированию понятий, в статье рассмотрена новая концепция, отражающая гипотетико-дедуктивный подход в обучении. Это позволит, во-первых, успешно формировать содержательную компоненту компетентно-ориентированной методической системы; во-вторых, развивать у учащихся умение критически мыслить, “думать как ученые” и решать учебные задачи, проблемные ситуации, которые встречаются постоянно в жизни каждого ученика. Такой стиль преподавания предусматривает смещение акцентов из целей обучения по усвоению сложных научных понятий на формирование нового типа мышления, а также предполагает оперирование понятиями, которые актуальны не только в контексте последних научных достижений, но и с жизнью учащихся вне школы. Поэтому физические знания становятся не целью обучения, а основой для формирования критического мышления. Таким образом, предлагаемая методика изучения сведений по квантовой физике учитывает, что знание не является конечным пунктом учебного процесса, а отправной точкой по формированию у учащихся навыков “мышления высшего порядка”.

Ключевые слова: критическое мышление, квантовая теория, строение атома, гипотетико-дедуктивный подход в обучении, методическая система, технологии обучения.

Tereshchuk S. Technology for the development of critical thinking: basic concepts and genetic sources.

The article discusses the methodological and philosophical aspects of critical thinking as a learning technology. A new methodological and methodological scheme for studying physics in lyceums is presented, which is based on the ideas of critical rationalism, and which underlies the methodological system of teaching quantum physics and atomic structure in the course of 11th grade physics. The proposed model provides for the formation of the ability of students to put forward hypotheses, establish causal relationships between phenomena,

processes, physical quantities, based on the results of fundamental physical experiments (Rutherford's experiment, Compton effect, and others).

Keywords: *critical thinking, quantum theory, atomic structure, hypothetical-deductive approach in learning, methodological system, learning technologies.*

УДК 373.371:53

Шум М. І., Банак Р. Д.

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ II СТУПЕНЯ

У статті визначено особливості навчання фізики в умовах реформування закладів середньої освіти. Наголошено на значущості вивчення фізики, в процесі опанування якої в учнів формуються певні світоглядні позиції та сучасна модель світу. Зазначено, що нинішній стан фізичної освіти в Україні переживає важкий період, що вимагає пошуку перспективних методик навчання, здатних забезпечити інноваційні підходи до формування в учнів знань. Констатовано, що система підготовки сучасних вчителів фізики передбачає традиційні підходи до побудови структури уроку, що в сучасних умовах не завжди забезпечує достатній рівень предметної компетентності з фізики. Виявлено і конкретизовано особливості навчання фізики в закладах середньої освіти II ступеня. Показано, що з урахуванням визначених особливостей набуває актуальності навчання в режимі спеціально організованого інформаційного навчального середовища – віртуального кабінету фізики. Доведено, що в умовах такого середовища підвищується рівень досягнення цілей навчання, а також забезпечується узгодженість між елементами освітнього процесу та вимогами щодо використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключові слова: *заклади середньої освіти II ступеня, особливості навчання фізики, інформаційне навчальне середовище, віртуальний кабінет фізики.*

Відомо, що основним завданням української освіти на усіх рівнях є формування всебічно розвинутої особистості. Основний внесок у цей процес забезпечує навчання в закладах освіти II ступеня. При цьому необхідно наголосити на значущості вивчення фізики, в процесі опанування змістом якої в учнів формуються певні світоглядні позиції та уявлення про сучасну модель світу. Тому перед вчителем фізики постає важливе завдання побудови освітнього процесу таким чином, щоб він не зводився лише до засвоєння теорій, законів та закономірностей, а передбачав, насамперед, застосування отриманих знань на практиці та усвідомлення можливостей їх застосування в контексті сучасних технологій. Проте нинішній стан фізичної освіти в нашій країні переживає важкий період. Тому необхідно шукати шляхів покращення такої ситуації за допомогою перспективних методик навчання, які здатні забезпечити інноваційність опанування учнями знань.

Метою статті є виявлення особливостей навчання фізики в закладах середньої освіти II ступеня на етапі їх реформування та визначення впливу цих особливостей на якість освітнього процесу.

Розглянемо методичні аспекти навчального процесу з фізики в закладах освіти II ступеня. Відомо, що система підготовки сучасних вчителів фізики передбачає, в основному, традиційні підходи до побудови структури уроку [1]. Внаслідок цього молодий фахівець, який розпочинає свою професійну діяльність, при плануванні уроку використовує

стандартну методику його проведення, яка включає актуалізацію опорних знань, пояснення навчального матеріалу відповідно до змісту підручника, проведення у разі необхідності демонстраційного експерименту та закріплення засвоєних знань. Але при цьому не кожний вчитель замислюється над питаннями: чи будуть знання при цьому успішно засвоєні? Чи забезпечить такий підхід до побудови уроку досягнення основних цілей навчання? Як показує практика навчання учнів фізики, така методика проведення уроку не є достатньо ефективною. Для підвищення якості проведення уроку та засвоєння учнями знань необхідно виявити і врахувати особливості навчання фізики в закладах освіти II ступеня, що дозволить внести до освітнього процесу елементи інноваційності, а також передбачити його перспективність у напрямку досягнення визначених результатів навчання. Конкретизуємо ці особливості.

Першою особливістю навчання учнів фізики в сучасному закладі освіти є використання гаджетів. Сьогодні кожна людина є свідком того, як інформаційні технології починають переважати в усіх сферах діяльності, в тому числі в освітньому процесі. Тому велика кількість робіт науковців присвячена дослідженню можливостей використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчанні фізики. Проте не можна сказати, що наявні підходи до використання гаджетів на уроці фізики забезпечують високі результати в опануванні учнями знань. На жаль, процес їх використання має у більшій мірі фронтальний характер (мультимедійні демонстрації, презентації, віртуальний фізичний експеримент). Разом з тим, використання гаджетів може мати більшу користь, якщо цей процес буде індивідуалізовано, адже нині кожний учень шукає інформацію, яка його цікавить, саме за їх допомогою. Тому наявність в учнів таких навичок треба спрямувати в правильне русло і організувати індивідуальну роботу з гаджетами відповідним чином. Такий аспект інформаційно-комунікаційних технологій не є дослідженим в достатній мірі. Крім того, на сьогодні продовжують залишатися дискусійними питання щодо соціально-психологічного впливу гаджетів на освітній процес. Зокрема, багато йдеться про їх негативний вплив на розвиток та формування молоді. Чи можна це стверджувати однозначно? Відповідь на це запитання досить складно дати, не маючи досвіду практичної педагогічної діяльності. Але наш досвід вчителя-практика дозволяє оцінити використання портативних пристроїв в навчанні фізики, так би мовити, зсередини.

Як стверджує більшість вчителів і батьків, учні, які весь час користуються гаджетами, стають неуважними, починають безвідповідально відноситись до навчальних завдань, читають мало друкованих книг. Дійсно, учням в якійсь мірі цікавіше грати в ігри та переглядати пости в соціальних мережах. В результаті такої діяльності вони все більше втрачають інтерес до навчання. Як результат, сьогодні гостро постало питання заборони використання гаджетів на уроках. Але чому б вчителів в такій ситуації не проявити винахідливість і не використати залежність сучасних учнів від гаджетів на свою користь? І в цьому контексті на перше місце висувається ідея про використання спеціально організованого інформаційного навчального середовища – віртуального кабінету фізики, в умовах якого підвищується рівень досягнення цілей навчання, а також забезпечується узгодженість між елементами освітнього процесу, викликами глобалізаційних тенденцій та необхідністю використання інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення якості навчання фізики. Зупинимось на цьому детальніше. Використання технологій Е-навчання та віртуального кабінету фізики дозволяє урізноманітнити уроки та наповнити навчальний матеріал важливою науковою інформацією. Навчальний матеріал у віртуальному кабінеті фізики розміщується в електронній формі: відео-фрагменти, конспекти, електронні підручники, посилання на додаткові джерела інформації та інші. Знаходження учнів у такому віртуальному середовищі забезпечує для них можливість доступу до навчальної інформації

не лише з підручника та зошита, що значно розширює межі пізнавальної діяльності. Навчальний матеріал у віртуальному кабінеті фізики структуровано відповідно до навчального плану та розміщено на веб-сайті, доступ до якого учні отримують за допомогою гаджетів при будь-якому місцезнаходженні, де є доступ до мережі Internet. Переведення учнів в режим роботи у віртуальному кабінеті фізики дозволяє здійснювати навчання як в реальному часі – на уроці, так і в позаурочній роботі. При цьому зовсім не обов'язковим є наявність комп'ютера, адже майже у кожного учня є смартфон, технічні можливості якого можуть з легкістю його замінити. Враховуючи, що під час уроку більшість учнів намагається зазирнути у свій смартфон, слід спрямувати їх дії на пошук наукової інформації. Для цього потрібно лише чітко поставити перед учнями завдання, які вони повинні виконати за допомогою гаджетів. Якщо робота учнів у віртуальному кабінеті фізики відповідним чином підготовлена, то вони заходять на освітній сайт і починають успішно опрацьовувати інформацію, яку розмістив там учитель. Це можуть бути відео-фрагменти, наукові статті, посилання на сучасні наукові установи, online-тести, віртуальні лабораторії. Таким чином, гаджети забезпечують значні можливості для реалізації в освітньому процесі такого навчального інформаційного середовища, як віртуальний кабінет фізики, забезпечуючи доступ до online середовища без використання комп'ютера. І головне – якщо користування гаджетами на уроці не забороняти, а, навпаки, заохочувати, можна забезпечити стійку мотивацію учнів до вивчення фізики, а також підвищити рівень активності їх пізнавальної діяльності. [2]

Друга особливість навчання фізики в закладах освіти II ступеня пов'язана із незадовільним станом технічного забезпечення кабінетів фізики. Не секрет, що у більшості випадків вони знаходяться в занедбаному стані, а значний відсоток обладнання є значно застарілим. Виникла така ситуація, коли, з одного боку, не вистачає приладів для забезпечення індивідуальної роботи учнів, а з іншого боку – ті прилади, що є в наявності, в силу своєї давності не завжди дають бажаний результат. За таких умов унеможлиблюється виконання демонстраційного експерименту та фронтальних лабораторних робіт, що негативно відображається на формуванні в учнів експериментаторських умінь, які є найважливішою складовою їх предметної компетентності з фізики. Таким чином, вивчення учнями фізики як науки експериментальної зводиться до вивчення теоретичного матеріалу. При цьому необхідно пам'ятати про значну загрозу, яка зумовлена нинішнім станом фізичної освіти в Україні, і найближчим часом спричинить негативний вплив на науково-технічний розвиток держави та становлення її в світових рейтингах розвинутих країн. Як зменшити негативний вплив ситуації з технічним оснащенням кабінетів фізики? І тут на допомогу знову приходить віртуальний кабінет фізики [3]. В умовах його функціонування для успішної реалізації експериментальної складової навчання фізики можна скористатись віртуальними дослідами та симуляціями.

Використання віртуальних дослідів та симуляцій забезпечується розміщенням та структуризацією у віртуальному кабінеті фізики, в режимі якого учні мають можливість неодноразового проведення експериментів та дослідів. При цьому важливо, що робота у віртуальному кабінеті фізики не викликає в учнів побоювань щодо пошкодження приладів або їх виходу з ладу. Найкращі результати такої роботи будуть забезпечені в тому випадку, якщо після успішного виконання віртуального досліду учні спробують реалізувати його в реальних умовах. Звісно, це можливо за наявності відповідних приладів, що знову повертає нас до необхідності покращення матеріально-технічного забезпечення кабінетів фізики.

Також віртуальні моделі дають можливість знайомити учнів з різноманітними фізичними об'єктами, а також дослідами, які не можна відтворити в реальних умовах, зокрема:

- рідкі кристали, полімери, наноматеріали та їх використання (8 клас, розділ 1 “Тепловий рух атомів і молекул. Температура”);
- теплообмін в побуті, техніці та у природі; плавлення, пароутворення і конденсація (8 клас, розділ 2 “Внутрішня енергія тіла. Теплові процеси”);
- взаємодія електричних зарядів, електризація, електричне поле; сила Кулона; провідники, напівпровідники, ізолятори (8 клас, розділ 4 “Електричні явища”);
- дії електричного струму; струм у металах; джерела електричного струму; елементи електричного кола; залежність опору провідника від температури (8 клас, розділ 5 “Електричний струм. Закони постійного струму”);
- утворення і поширення механічних та електромагнітних хвиль; радіозв’язок і радіолокація; сучасні засоби зв’язку та телекомунікацій (9 клас, розділ “Механічні та електромагнітні хвилі”);
- моделі будови атома; радіоактивні випромінювання та їх йонізаційна дія; поділ важких ядер; моделі ядерних реакцій; будова і дія дозиметрів; моделі атомних електростанцій; перебіг ядерних реакцій, термоядерні реакції, моделі прискорювачів елементарних частинок, космологічні моделі (9 клас, розділ “Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики”);

Очевидно, що без розуміння вищенаведеного навчального матеріалу неможливе ґрунтовне опанування знань фізики, а також становлення у свідомості учнів фізичної картини світу учнями, формування їх світобачення, що свідчить про актуальність розроблення методичних підходів до використання віртуального кабінету фізики.

Ще однією особливістю сучасного етапу навчання фізики в закладах середньої освіти є недавня реформа Міністерства освіти і науки України, в умовах якої в шкільних кабінетах фізики було заборонено використання ряду приладів для демонстрацій та виконання лабораторних робіт. Отже, це ще раз підтверджує необхідність застосування віртуальних моделей та дослідів для максимальної мінімізації втрат від заборони використання фізичних приладів в освітньому процесі та повноцінної реалізації експериментальної складової навчання.

Визначені нами особливості навчання фізики вимагають від вчителя, відповідно, і особливих підходів до організації та реалізації освітнього процесу. Працюючи з сучасними учнями, які за інтелектуальними особливостями та навчальними можливостями значно відрізняються від своїх попередників, ми звернули увагу на те, що їх необхідно провокувати до нових видів діяльності. В контексті цього нами було запропоновано опанування учнями такого виду діяльності, як складання опорних конспектів. Як показує практика, для учнів така робота є досить цікавою. Опорний конспект ми використовуємо для самостійної роботи. Зазвичай це короткий опис відповідного розділу фізики. Так, значну методичну ефективність має складання опорного конспекту з розділу “Світлові явища” (9 клас), що пояснюється гуманістичною спрямованістю навчального матеріалу цього розділу. При виконанні такого виду роботи від учнів вимагається здійснення аналізу навчального матеріалу та додаткової інформації. Вони повинні стисло та лаконічно систематизувати матеріал з теми, а рівень виконання цього завдання свідчитиме про те, наскільки ґрунтовно вони її зрозуміли і засвоїли. Коефіцієнт корисної дії такого виду діяльності значно підвищується в режимі роботи у віртуальному кабінеті фізики, де для пошуку інформації учні використовують різноманітні джерела інформації, вітчизняні і зарубіжні Internet-ресурси, що привчає учнів до орієнтації в потоці інформації, забезпечує становлення інформаційної складової предметної компетентності з фізики. Здійснюючи пошук, відбір та аналіз навчальної інформації, учні знайомляться з різними точками зору, наявними шляхами розв’язання наукових проблем та перспективами наукових пошуків. У процесі такого виду діяльності учні також працюють

над поданням інформації та презентацією виконаної роботи, демонструючи тим самим свої комунікативні навички. Після опрацювання та подання інформації учні індивідуально або у малих групах захищають свою роботу, відповідаючи на запитання вчителя. Таким чином, вчитель спілкується з кожним учнем і в процесі бесіди може виявити можливі ускладнення в засвоєнні навчального матеріалу і намітити шляхи їх подолання, що забезпечує реалізацію діагностичної функції освітнього процесу. Отже, в ході захисту опорного конспекту здійснюється аналіз та узагальнення опанованого навчального змісту, але реалізує це завдання сам учень. Зрозуміло, що підготовка до такого виду навчальної діяльності учнів вимагає від вчителя відповідних затрат часу, але й результати такої роботи здійснюють значний вплив на формування предметної компетентності з фізики. Ми також пропонуємо учням обмінюватись своїми роботами через віртуальний кабінет фізики та месенджери, таким чином кожний учень може порівнювати одержані ним навчальні результати з результатами інших учнів, а, отже, здійснювати самоаналіз та самооцінювання. Нами визначено переваги навчальної діяльності учнів при розробленні опорних конспектів з фізики в режимі функціонування віртуального кабінету фізики:

- можливість пошуку інформації у вітчизняних та закордонних джерелах;
- подання виконаної роботи у вигляді презентації;
- можливість спілкування у процесі роботи з іншими учасниками освітнього процесу;
- ознайомлення з наявними підходами до розв'язання навчальних проблем та подальшими перспективами наукового пошуку в даному напрямку шляхом використання інформації за допомогою різних сервісів;
- підвищення ефективності діагностування знань учнів з теми, своєчасне виявлення навчальних ускладнень та визначення шляхів їх усунення.

Важливою особливістю навчання фізики в закладах освіти II ступеня є також необхідність ознайомлення учнів із сучасними досягненнями фізики. Зрозуміло, що це завдання завжди було важливим. Але саме сьогодні воно набуло особливого значення, оскільки не залишилося жодної сфери діяльності людини, у якій не використовуються досягнення фізики. Всі сучасні технології ґрунтуються на фізичних законах і закономірностях. Щоб довести важливість фізики як науки, вчитель повинен максимально показати сфери застосування фізичних знань та їх вплив на формування наукового знання про світ та його будову, що дасть можливість сформувати в учнів матеріалістичне бачення будови світу та методів його пізнання. Добре відомо що кожний наступний етап розвитку людства відбувається за менший проміжок часу. Так, відкриття електричних явищ передувало розвитку технологій майже ціле століття (електродвигуни, електроприлади); відкриття ядерних законів дало можливість людству отримати величезну кількість кількості енергії порівняно з тогочасними джерелами менш ніж за півстоліття (атомні електростанції); конструювання скануючого електронного мікроскопа та відкриття нанотехнологій забезпечило можливість розвитку ще більш новітніх технологій в усіх сферах людської діяльності лише за кілька десятків років (створення мікрокомп'ютера, наноматеріалів тощо). Нині нова технічна революція відбувається в двох різних напрямках. Перший – це створення та впровадження штучного інтелекту на базі роботів. Другий напрям – вдосконалення технологій космічних досліджень та проєктів, місії людей на Марс. Використання нових технологій та їх модернізація або заміна на ще більш перспективні ґрунтується на знаннях природничих наук, а особливе місце займають знання з фізики, її теоретичний та експериментальний методи. Тому сучасний учень в контексті розвитку сучасних технологій має мати чітке бачення картини світобудови та розуміння картини світу. Адже лише така свідомо людина може зробити важливий внесок у розвиток вітчизняної науки і навіть принести користь на світових теренах. Значної допомоги у розв'язанні завдання підвищення

рівня обізнаності учнів у сучасних досягненнях фізики як науки надає використання віртуального кабінету фізики. На сайті кабінету вчитель розміщує інформацію, що стосується останніх досліджень та відкриттів у фізиці, учні мають можливість знайти цю інформацію та опрацювати її. Таким чином вчитель забезпечує доступ учнів до найновітнішої інформації.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що з розвитком суспільства та в процесі його глобалізації процес навчання фізики в закладах освіти II ступеня теж значно змінюється. Особливості, які нами виділено, здійснюють вагомий вплив на організацію та реалізацію освітнього процесу з фізики і обов'язково мають бути враховані вчителем. Головне – мобільніше реагувати на сучасні тенденції та забезпечувати інноваційність в реалізації цілей навчанні фізики.

Використана література:

1. Шут М. І. Новий навчальний предмет “Фізика і астрономія”: науковий та світоглядний аспект. Центральний державний педагогічний університет імені Володимира Вінниченка / М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко // Наукові записки. – Випуск 169. – Кропивницький, 2018. – С. 167–171.
2. Банак Р. Д. Віртуалізація навчального процесу з фізики / Р. Д. Банак // Фізика та Астрономія в рідній школі: Науково-методичний журнал. – № 4 (145) липень-серпень 2019. – Вид-во Педагогічна преса, 2019. – С. 37-39.
3. <https://drive.google.com/file/d/1xmfuDvX8JULGf7QKNvBBorD9gmoe7j1C/view>

References:

1. Shut M. I. Novyi navchalnyi predmet “Fizyka i astronomiia”: naukovyi ta svitohliadniy aspekt. Tsentralnyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Volodymyra Vinnychenka / M. I. Shut, L. Iu. Blahodarenko // Naukovi zapysky. – Vypusk 169. – Kropyvnytskyi, 2018. – S. 167–171.
2. Banak R. D. Virtualizatsiia navchalnoho protsesu z fizyky / R. D. Banak // Fizyka ta Astronomiia v ridni shkoli: Naukovo-metodychnyi zhurnal. – № 4 (145) lypen-serpen 2019. – Vyd-vo Pedahohichna presa, 2019. – S. 37-39.
3. <https://drive.google.com/file/d/1xmfuDvX8JULGf7QKNvBBorD9gmoe7j1C/view>

Шут М. И., Банак Р. Д. Особенности обучения физики в учреждениях среднего образования II степени.

В статье определены особенности обучения физике в условиях реформирования учреждений среднего образования. Сделан акцент на значимости изучения физики, в процессе овладения содержанием которой у учащихся формируются определённые мировоззренческие позиции и представления о современной модели мира. Отмечено, что нынешнее состояние физического образования в Украине переживает не лучший период и требует поиска перспективных методик обучения, способных обеспечить инновационные подходы к формированию у учащихся знаний. Констатируется, что современная система подготовки учителей физики предусматривает традиционные подходы к построению структуры урока, что не в полной мере обеспечивает достаточный уровень предметной компетентности по физике. Доказано, что для повышения качества проведения урока и усвоения учащимися знаний необходимо выявить и учесть особенности обучения физике в учреждениях среднего образования II степени. Это позволит внести в образовательный процесс элементы инновационности, а также предвидеть его перспективность в направлении достижения определённых результатов обучения. Выявлены и конкретизированы эти особенности, определено их влияние на организацию и реализацию образовательного процесса по физике. Акцентируется, что отмеченные особенности обязательно должны учитываться учителем. Показано, что в контексте современных требований к образовательному процессу и с учётом выявленных особенностей приобретает актуальность обучение в режиме специально организованной учебно-информационной среды – виртуального кабинета физики. Доказано, что в условиях такой среды повышается уровень достижения целей обучения, а также обеспечивается согласованность между

элементами образовательного процесса, вызовами глобализационных тенденций и необходимостью использования информационно-коммуникационных технологий для повышения качества обучения физике.

Ключевые слова: учреждения среднего образования II ступени, особенности обучения физике, информационная учебная среда, виртуальный кабинет физики.

Shut M., Banak R. Features of physical training in secondary education in secondary education.

The importance of studying physics is emphasized, in the process of mastering which students form certain worldviews and a modern model of the world. It is noted that the current state of physical education in Ukraine is going through a difficult period, which requires the search for promising teaching methods that can provide innovative approaches to the formation of knowledge students. It is stated that the system of training of modern physics teachers involves traditional approaches to the structure of the lesson, which in modern conditions does not always provide a sufficient level of subject competence in physics. The peculiarities of teaching physics in institutions of secondary education establishment of the second degree are identified and specified. It is shown that, taking into account certain features, it becomes relevant to study in a mode of specially organized information and educational surrounding - virtual study of physics. It is proved that in such an environment the level of achievement of the learning goals is increased, as well as the coherence between the elements of the educational process and the requirements for the use of information and communication technologies.

Keywords: secondary education establishment of the second degree, peculiarities of teaching physics, information and educational surrounding, virtual study of physics.

МАТЕМАТИКА

УДК 373.5.091.33.–027.22:514.1

Соколенко Л. О., Швець В. О.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ПРЯМОЇ ТА ПЛОЩИНИ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ

У статті, на основі проведеного аналізу змістового модуля “Площина і пряма в просторі” курсу “Аналітична геометрія”, виділено типи вправ і задач на застосування теорії прямої і площини, які призначені для вивчення властивостей фігур у просторі. Основними методами розв’язування цих задач є: метод координат та методи елементарної алгебри. Задачі систематизовано у відповідності до чинної навчальної програми з математики для учнів 10-11 класів. Вони призначені для учнів, які вивчають курс “Геометрія” на профільному та поглибленому рівнях. Представлено методику навчання розв’язування окремих типів задач.

Запропонований у статті підхід до побудови системи задач на застосування теорії прямої та площини розкриває роль теоретичних основ шкільного курсу “Геометрія” та сприяє підготовці старшокласників до вивчення курсу “Аналітична геометрія” у закладах вищої освіти (ЗВО).

Ключові слова: *теорія прямої та площини, властивості фігур у просторі, метод координат, курс “Аналітична геометрія”, стереометрія, профільний рівень навчання.*

Постановка проблеми. Теорія прямої та площини, є складовою курсу “Аналітична геометрія” і має безпосереднє відношення до вивчення властивостей фігур у просторі.

Різноманітність застосувань визначається змістом теоретичного матеріалу, з яким мають можливість ознайомитись учні, вивчаючи тему “Координати, вектори, геометричні перетворення у просторі” курсу “Геометрія” на профільному [10] та поглибленому рівнях.

Аналіз змістового модуля “Площина і пряма в просторі” курсу “Аналітична геометрія” [13] на предмет виокремлення теоретичного матеріалу, який є базовим для розв’язування стереометричних задач шкільного курсу геометрії, дає змогу класифікувати та систематизувати задачі на застосування теорії прямої та площини, призначених для навчання курсу “Геометрія” на профільному та поглибленому рівнях.

Такий підхід до побудови системи задач розкриває роль теоретичних основ шкільного курсу “Геометрія” та сприяє підготовці учнів до подальшого навчання, зокрема для вивчення курсу “Аналітична геометрія”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теорія прямої та площини, яка вивчається в курсі “Аналітична геометрія”, має безпосереднє відношення до шкільного курсу стереометрії. Певна увага цьому питанню приділена авторами навчальних посібників з геометрії для студентів педагогічних університетів [1, с. 196-198], [2, с. 145-146].

Різноманітні вправи та задачі, пов'язані з прямою та площиною, пропонуються у збірниках задач з аналітичної геометрії, серед яких [2], [5], [6] та ін. Задачі, пов'язані з загальним рівнянням площини, взаємним розміщення двох площин, визначенням відстані від точки до площини, включені до діючих альтернативних шкільних підручників, серед яких [3], [4], [7]–[9]. У підручнику [3] розглянуті рівняння площини у просторі та відповідні до них задачі.

Окремі питання, пов'язані з застосуванням теорії прямої на площині до розв'язування задач шкільного курсу геометрії в курсі “Аналітична геометрія”, розглядаються в роботі [12].

Постановка завдання (цілей статті). На основі аналізу змістового модуля “Площина і пряма в просторі” курсу “Аналітична геометрія” виділити типи вправ і задач на застосування теорії прямої і площини, які призначені для вивчення властивостей фігур у просторі, використовуючи основні методи дослідження: метод координат та методи елементарної алгебри.

Виділити типи задач, призначених для учнів, які вивчають курс “Геометрія” на профільному та поглибленому рівнях, у відповідності до чинної навчальної програми з математики для учнів 10–11 класів [10]. Розкрити методику навчання розв'язування окремих типів задач.

Виклад основного матеріалу статті. Пряма та площина відносяться до основних понять (*простіших геометричних фігур*), які вивчаються в курсі “Аналітична геометрія” ЗВО та курсі “Геометрія” старшої школи. Але підходи до їх вивчення певним чином відрізняються.

У відповідності до чинних навчальних програм з математики для старшої школи [10], [11] в курсі геометрії 10 класу виокремлюються теми “Паралельність прямих і площин у просторі”, “Перпендикулярність прямих і площин у просторі”, “Координати, вектори, геометричні перетворення у просторі”. Під час вивчення перших двох з них розглядаються різні розміщення у просторі прямих і площин, формулюються відповідні означення та доводяться ознаки, які потім застосовуються під час розв'язування задач. Вивчаючи третю тему: “Координати, вектори, геометричні перетворення у просторі”, учні ознайомлюються з методом координат, який і є основним засобом дослідження аналітичної геометрії.

У курсі “Аналітична геометрія” геометричні образи, серед яких точки, прямі та площини, досліджуються засобами алгебри на основі методу координат. Відповідна навчальна дисципліна вивчається у ЗВО на 1-му курсі, зокрема студентами педагогічних спеціальностей, паралельно з дисципліною “Лінійна алгебра”. Міждисциплінарні зв'язки навчальних дисциплін “Лінійна алгебра” та “Аналітична геометрія” дають можливість засвоювати теорію прямої та площини в наступній послідовності:

Тема 1. Площина у просторі. Різні способи задання площини і відповідні їм рівняння (заданої точкою і напрямним підпростором; площини, яка проходить через три задані точки; у відрізках на осях; площини, заданої точкою і нормальним вектором; векторне рівняння площини). Нормальне рівняння площини. Загальне рівняння площини. Зведення загального рівняння площини до нормального виду. Розміщення площини відносно системи координат.

Тема 2. Відстань від точки до площини. Взаємне розташування площин. Відстань від точки до площини. Взаємне розміщення двох площин. Кут між двома площинами. Умова паралельності і перпендикулярності двох площин. [Відстань між паралельними площинами]. Пучок площин. Взаємне розміщення трьох площин. В'язка площин.

Тема 3. Пряма в просторі. Взаємне розташування прямих і площин. Рівняння прямої в просторі (заданої точкою і напрямним вектором; що проходить через дві дані точки; параметричні рівняння прямої; заданої як перетин двох площин).

Взаємне розміщення двох прямих у просторі. Кут між двома прямими. Умова паралельності та перпендикулярності двох прямих. Відстань від точки до прямої. Відстань між двома мимобіжними прямими.

Взаємне розміщення прямої і площини. Кут між прямою і площиною. Основні задачі на пряму і площину у просторі.

Аналіз змісту названих тем приводить до висновку, що переважна більшість з них є теоретичною основою курсу геометрії 10 класу старшої школи. При цьому виокремлюються питання, теоретичне обґрунтування яких можливе без використання понять лінійної алгебри (“визначник”, “матриця” та понять пов’язаних з ними), а також без використання векторного та мішаного добутку векторів і їх геометричних властивостей. До таких питань відносяться: 1) Різні способи задання площини і відповідні їм рівняння (площини, заданої точкою і нормальним вектором; векторне рівняння площини). Загальне рівняння площини; 2) Розміщення площини відносно системи координат; 3) Взаємне розміщення двох площин. Кут між двома площинами. Умова паралельності і перпендикулярності двох площин; 4) Рівняння прямої в просторі (заданої точкою і напрямним вектором; що проходить через дві дані точки; параметричні рівняння прямої; заданої як перетин двох площин); 5) Взаємне розміщення двох прямих у просторі. Кут між двома прямими. Умова паралельності та перпендикулярності двох прямих; 6) Взаємне розміщення прямої і площини. Кут між прямою і площиною; 7) Відстані у просторі: відстань від точки до площини; відстань між паралельними площинами.

Саме ці питання і взяті за основу під час викладу даної теорії та її застосувань до розв’язування стереометричних задач у альтернативних підручниках геометрії для 10 класу, зокрема [3], [4], [7]-[9].

Класифікуючи задачі теми “Площина і пряма в просторі” курсу “Аналітична геометрія”, виокремлюють такі типи задач: 1) задачі, пов’язані з площиною у просторі; 2) задачі, пов’язані з прямою у просторі; 3) задачі, пов’язані з прямою і площиною [6]. Окремі з задач цих типів відіграють роль **опорних задач**.

До *опорних задач* шкільного курсу геометрії 10 класу, пов’язаних з теорією площини та прямої у просторі відносяться:

I. Задачі, пов’язані з площиною у просторі: 1) на складання рівняння площини (заданої точкою і нормальним вектором, загального рівняння площини); 2) на визначення належності точки площині, заданої загальним рівнянням; 3) на з’ясування розміщення площини відносно системи координат; 4) на з’ясування взаємного розміщення двох площин (паралельні, перетинаються під певним кутом, перпендикулярні); 5) на обчислення двогранного кута між площинами, заданими загальними рівняннями; 6) на визначення відстані від точки до площини; 7) на визначення відстані між паралельними площинами.

II. Задачі, пов’язані з прямою у просторі: 1) на складання рівняння прямої (заданої точкою і напрямним вектором; що проходить через дві дані точки; параметричних рівнянь прямої; заданої як перетин двох площин); 2) на визначення належності точки прямій; 3) на з’ясування взаємного розміщення двох прямих (прямі паралельні, прямі перетинаються під певним кутом, прямі перпендикулярні); 4) на обчислення кута між прямими, заданими канонічними рівняннями.

III. Задачі, пов’язані з прямою і площиною: 1) на складання рівняння прямої (площини), що проходить через певну точку перпендикулярно до площини (прямої); 2) на взаємне розміщення прямої та площини (пряма перетинає площину, паралельна площині, належить площині); 3) на визначення точки перетину прямої з площиною; 4) на визначення кута між прямою з площиною.

Опорні задачі мають різний рівень складності, певним чином пов’язані між собою.

Обґрунтуємо це на прикладі деяких видів задач, пов'язаних з площиною у просторі.

Приклад 1. Задачі на складання рівняння площини (заданої точкою і нормальним вектором) ускладнюються від безпосереднього складання рівняння $A(x - x_0) + B(y - y_0) + C(z - z_0) = 0$, в якому координати точки $M_0(x_0; y_0; z_0) \in \alpha$, та координати вектора нормалі $\vec{n}(A; B; C)$ відомі (задача 1), до випадків різного рівня складності, коли координати вектора нормалі потрібно знайти (задачі 2, 3).

Задача 1 [5, с. 129, № 913]. Скласти рівняння площини, яка проходить через точку $M_1(2; 1; -1)$ і має вектор нормалі $\vec{n}(1; -2; 3)$.

Задача 2 [5, с. 129, № 913]. Дано точки $M_1(3; -1; 2)$ і $M_2(4; -2; -1)$. Скласти рівняння площини, яка проходить через точку M_1 перпендикулярно вектору $\overrightarrow{M_1M_2}$.

Задача 3 [5, с. 129, № 915]. Точка $P(2; -1; -1)$ є основою перпендикуляра, який опущено з початку координат на площину. Складіть рівняння цієї площини.

Приклад 2. Задачі на з'ясування розміщення площини відносно системи координат, пов'язані з загальним рівнянням площини $Ax + By + Cz + D = 0$ та неповними рівняннями, можуть розв'язуватись аналітичним методом (задачі 4, 5) та містити вимогу побудови такої площини, після проведення аналізу рівняння (задача 6).

Задача 4 [5, с. 133, № 941(1)]. Складіть рівняння площини, яка проходить через вісь Ox і точку $M_1(4; -1; 2)$.

Задача 5 [5, с. 133, № 942(1)]. Складіть рівняння площини, яка проходить через точки $M_1(7; 2; -3)$ і $M_2(5; 6; -4)$ паралельно до вісі Ox .

Задача 6. Вказати особливості у розташуванні наступних площин та побудувати їх:
1) $2x + 3y + 4z - 12 = 0$; 2) $3x + 4y - 12 = 0$; 3) $4x + 5z - 20 = 0$; 4) $3y + 4z - 24 = 0$;
5) $2x - 9 = 0$; 6) $3y - 7 = 0$; 7) $4z - 11 = 0$; 8) $2y - 3z = 0$; 9) $x - 2z = 0$; 10) $2x - 5y = 0$;
11) $2x + 3y - 4z = 0$.

Опорні задачі шкільного курсу геометрії (ШКТ), пов'язані з теорією площини та прямої у просторі, використовують під час розв'язування окремих типів стереометричних задач.

Серед них виокремлюються 1) на складання рівняння площини, враховуючи додаткові умови її розміщення відносно інших площин та прямих; 2) задачі на знаходження ГМТ; 3) на знаходження точки симетричної даній відносно даної прямої; 4) задачі на обчислення величин; 5) задачі на доведення.

Розглянемо приклади таких задач.

Задача 7 (на складання рівняння площини, враховуючи додаткові умови її розміщення відносно інших площин) [5, с. 131, № 931]. Складіть рівняння площини α , яка проходить через початок координат перпендикулярно до двох площин $\alpha_1: 2x - y + 3z - 1 = 0$, $\alpha_2: x + 2y + z = 0$.

Розв'язання. Нехай вектор нормалі площини α має координати $\vec{n}(A; B; C)$. Враховуючи вимогу задачі про перпендикулярність площин α і α_1 та α і α_2 , на основі рівності нулю скалярних добутків $\vec{n} \cdot \vec{n}_1$ та $\vec{n} \cdot \vec{n}_2$ складемо систему
$$\begin{cases} 2A - B + 3C = 0, \\ A + 2B + C = 0 \end{cases}$$
.

Розв'язуючи цю систему, A та C виражають через B : $A = -7B$, $C = 5B$. Підставляючи ці значення у неповне загальне рівняння площини $Ax + By + Cz = 0$, оскільки вона проходить через початок координат, одержують $-7Bx + By + 5Bz = 0$. Звідки, поділивши на B , приходять до рівняння площини $\alpha: -7x + y + 5z = 0$.

Задача 8 (на знаходження ГМТ) [5, с. 137, № 972(1)]. Скласти рівняння геометричного місця точок, рівновіддалених від двох паралельних площин $\alpha_1: 4x - y - 2z - 3 = 0$ і $\alpha_2: 4x - y - 2z - 5 = 0$.

Розв'язання. ГМТ простору, рівновіддалених від двох паралельних площин, є площина α , паралельна кожній з двох заданих, що проходить через середину їх спільного перпендикуляра [4, с.294].

Отже, $d_1 = d_2$, де d_1 – відстань від точки $M(x; y; z) \in \alpha$ до площини α_1 , а d_2 – відстань від точки $M(x; y; z) \in \alpha$ до площини α_2 .

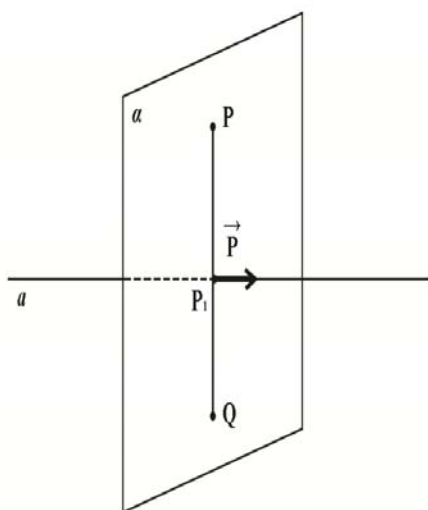
Використовуючи формулу відстані від точки $M(x; y; z)$ до площини, в даному випадку α_1 та α_2 матимемо рівняння $\left| \frac{4x - y - 2z - 3}{\sqrt{21}} \right| = \left| \frac{4x - y - 2z - 5}{\sqrt{21}} \right|$, розв'язуючи яке одержуємо рівняння площини $\alpha: 4x - y - 2z - 4 = 0$.

Задача 9 (на знаходження точки симетричної даній відносно даної прямої) Знайдіть точку Q симетричну до точки $P(4; 1; 6)$ відносно прямої $a: \frac{x}{2} = \frac{y-2}{-2} = \frac{z-2,5}{1}$.

Розв'язання. Для розв'язування цієї задачі складається рівняння площини (рис. 1), перпендикулярної до прямої $\frac{x}{2} = \frac{y-2}{-2} = \frac{z-2,5}{1}$, в якій і розташовані точки P та Q симетричні відносно точки перетину площини та прямої a .

Напрямний вектор прямої $\vec{p}(2; -2; 1)$ є вектором нормалі до площини. Отже, рівнянням площини є рівняння: $2(x-4) - 2(y-1) + 1(z-6) = 0$ або рівносильне йому рівняння $2x + 2y + z - 12 = 0$.

Прирівнявши рівняння прямої до t та виразивши x, y, z через t одержують систему



$$\begin{cases} x = 2t, \\ y = -2t + 2, \\ z = t + 2,5, \\ 2x + 2y + z - 12 = 0 \end{cases}.$$

Розв'язуючи яку, знаходять координати точки $P_1(3; -1; 4)$ – середини відрізка PQ .

Використовуючи формули координат середини відрізка знаходять координати точки $Q(2; -3; 2)$.

Рис. 1

Задача 10 (на обчислення об'єму) [5, с. 133, № 947]. Обчисліть об'єм піраміди, яка обмежена площиною $2x - 3y + 6z - 12 = 0$ і координатними площинами.

Розв'язання. Представимо рівняння площини $2x - 3y + 6z - 12 = 0$ у вигляді $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1$. Одержимо, $\frac{x}{6} - \frac{y}{4} + \frac{z}{2} = 1$. Матимемо відрізки, які відтинає площина на осях координат $a = 6, b = -4, c = 2$.

Побудуємо цю площину у прямокутній системі координат (рис.2). Одержимо піраміду, основою якої є прямокутний трикутник з катетами $a = 6, b = 4$ та висотою $H = 2$. За формулою об'єму піраміди обчислимо $V = \frac{1}{3}SH = \frac{1}{3} \cdot \frac{4 \cdot 6}{2} \cdot 2 = 8$ (куб. од.).

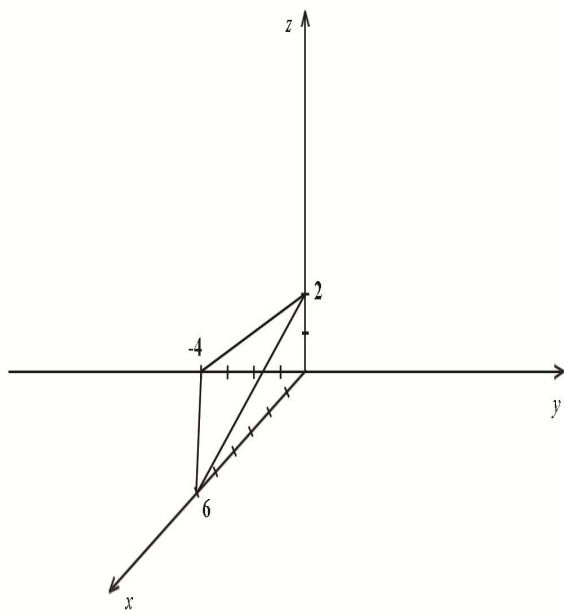


Рис. 2

Задача 11 (на доведення). [2, № 1183]. Доведіть, що для висоти h трикутної піраміди з взаємно перпендикулярними бічними ребрами, які дорівнюють a, b, c , виконується співвідношення $\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2} = \frac{1}{h^2}$.

Розв'язання. Нехай вершина піраміди співпадає з початком координат, а її бічні ребра з додатними півосями прямокутної системи координат.

Тоді рівняння площини ABC : $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1$ (у “відрізках на осях”). Звівши його до загального одержуємо: $bcx + acy + abz - abc = 0$. Висота h піраміди дорівнює відстані від точки $O(0; 0; 0)$ до цієї площини $h = \frac{|-abc|}{\sqrt{b^2c^2 + a^2c^2 + a^2b^2}}$.

Звідки $h^2(b^2c^2 + a^2c^2 + a^2b^2) = a^2b^2c^2$. Поділивши цей вираз на $h^2a^2b^2c^2$, одержуємо рівність, яку слід було довести.

Висновки з проведеного дослідження. Проведений аналіз змістового модуля “Площина і пряма в просторі” курсу “Аналітична геометрія” дав можливість виділити типи задач, які розв’язуються, використовуючи теоретичний апарат шкільного курсу стереометрії старшої школи. Представлені способи та методи розв’язування таких задач переконують в тому, що курс “Аналітична геометрія” є теоретичною основою теми “Координати, вектори, геометричні перетворення у просторі” шкільного курсу. На основі цього побудована система задач, призначена для навчання згаданої теми на профільному та поглибленому рівнях, яка може бути розширена за запропонованим у статті підходом.

Використана література:

1. Атанасян Л. С. Геометрія. В 2-х ч. Ч. 1. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Л. С. Атанасян, В. Т. Базилев. – М. : Просвещение, 1986. – 336 с.

2. Атанасян Л. С. и др. Сборник задач по геометрии. Ч. 1 / Л. С. Атанасян и др. – М. : Просвещение, 1973. – 256 с.
3. Геометрія. Профільний рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз, В. М. Владіміров, Н. Г. Владімірова. – К. : Видавничий дім “Освіта”, 2018. – 272 с.
4. Істер О. С. Геометрія: (профіль. рівень) : підруч. для 10-го кл. закл. заг. серед. освіти / О. С. Істер, О. В. Єрміна. – Київ : Генеза, 2018. – 368 с.
5. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии : учеб. пособие для вузов / Д. В. Клетеник. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 224 с.
6. Кобко Л. М. Аналітична геометрія. Частина 3. Площина і пряма в просторі : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Л. М. Кобко, І. Б. Глінка-Єремко. – Чернігів, 2008. – 75 с.
7. Мерзляк А. Г. Геометрія : проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х. : Гімназія, 2018. – 240 с.
8. Мерзляк А. Г. Геометрія: початок вивчення на поглибл. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х. : Гімназія, 2018. – 272 с.
9. Нелін Є. П. Геометрія (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / Є. П. Нелін]. – Харків : Вид-во “Ранок”, 2018. – 240 с.
10. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень // <https://mon.gov.ua/.../programi/navchalni-programi-dlya-10-11...2018>
11. Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (для класів з поглибленим вивченням математики) // <https://mon.gov.ua/.../programi/navchalni-programi-dlya-10-11...2018>
12. Соколенко Л. О. Про застосування теорії прямої до розв’язування задач шкільного курсу геометрії / Л. О. Соколенко // Сучасна освіта в контексті нової української школи : зб. тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 11-12 жовтня 2018 р. / М-во освіти і науки України, Інститут післядипломної педагогічної освіти Чернівецької області [та ін.]. – Чернівці, 2018. – С. 153-156.
13. Яковець В. П. Аналітична геометрія : навчальний посібник / В. П. Яковець, В. Н. Боровик, Л. В. Ваврикович. – Суми : ВТД “Університетська книга”, 2004. – 296 с.

References:

1. Atanasyan L. S. Geometri`ya. V 2-kh ch. Ch. 1. Ucheb. posobie dlya studentov fiz.-mat. fak. ped. in-tov / L. S. Atanasyan, V. T. Bazilev. – M. : Prosveshhenie, 1986. – 336 s.
2. Atanasyan L. S. i dr. Sbornik zadach po geometrii. Ch 1. – M. : Prosveshhenie, 1973. – 256 s.
3. Geometri`ya. Profi`l`nij ri`ven` : pi`druch. dlya 10 kl. zakladi`v zagal`noyi seredn`oyi osvi`ti / G. P. Bevez, V. G. Bevez, V. M. Vladimirov, N. G. Vladimirova. – K. : Vidavnychij di`m “Osvi`ta”, 2018. – 272 s.
4. I`ster O. S. Geometri`ya: (profi`l. ri`ven`) : pi`druch. dlya 10-go kl. zakl. zag. sered. osvi`ti / O. S. I`ster, O. V. Yergina. – Kiyiv : Geneza, 2018. – 368 s.
5. Kletenik D. V. Sbornik zadach po analiticheskoy geometrii. Ucheb. posobie dlya vtuzov / D. V. Kletenik. – M. : Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1986. – 224 s.
6. Kobko L. M. Analitichna geometri`ya. Chastina 3. Ploshhina i` pryama v prostori`. Navchal`nij posi`bnik dlya studentiv`v vishhih navchal`nikh zakladi`v / L. M. Kobko, I. B. Gli`nka-Yeremko. – Cherni`gi`v, 2008. – 75 s.
7. Merzlyak A. G. Geometri`ya : prof. ri`ven` : pi`druch. dlya 10 kl. zakladi`v zagal`noyi seredn`oyi osvi`ti / A. G. Merzlyak, D. A. Nomi`rovs`kij, V. B. Polons`kij, M. S. Yaki`r. – Kh. : Gi`mnazi`ya, 2018. – 240 s.
8. Merzlyak A. G. Geometri`ya : pochatok vivchennya na poglibl. ri`vni` z 8 kl., prof. ri`ven` : pi`druch. dlya 10 kl. zakladi`v zagal`noyi seredn`oyi osvi`ti / A. G. Merzlyak, D. A. Nomi`rovs`kij, V. B. Polons`kij, M. S. Yaki`r. – Kh. : Gi`mnazi`ya, 2018. – 272 s.
9. Neli`n Ye. P. Geometri`ya (profi`l`nij ri`ven`): pi`druch. dlya 10 kl. zakl. zagal. sered. osvi`ti / Ye. P. Neli`n]. – Kharki`v : Vid-vo “Ranok”, 2018. – 240 s.
10. Navchal`na programa z matematiki dlya uchni`v 10-11 klasi`v zagal`noosvi`tni`kh navchal`nikh zakladi`v. Profi`l`nij ri`ven` // <https://mon.gov.ua/.../programi/navchalni-programi-dlya-10-11...2018>

11. Navchal'na programa z matematiki dlya uchni'v 10-11 klasi'v zagal'noosvi'tni'kh navchal'nikh zakladi'v (dlya klasi'v z pogliblenim vivchennyam matematiki) // <https://mon.gov.ua/> / ... programi / navchalni-programi- dlya – 10-11...2018
12. Sokolenko L. O. Pro zastosuvannya teori'yi pryamoyi do rozv'yazuvannya zadach shki'l'nogo kursu geometri'yi / L. O. Sokolenko // Suchasna osv'i'ta v konteksti' novoyi ukrayins'koyi shkoli: zb. tez za materi'alami Vseukrayins'koyi naukovo-praktichnoyi konferenczi'yi z mi'zhnarodnoyu uchastyu, 11-12 zhovtnya 2018 r. / M-vo osv'i'ti i' nauki Ukrayini, I'nstitut pi'slyadiplomnoyi pedagogi'chnoyi osv'i'ti Cherni'vecz'koyi oblasti' [ta i'n.]. – Cherni'vczi', 2018. – S. 153-156.
13. Yakovecz' V. P. Analitichna geometri'ya: Navchal'nij posi'bnyk / V. P. Yakovecz', V. N. Borovik, L. V. Vavrikovich. – Sumi : VTD "Uni'versitets'ka kniga", 2004. – 296 c.

Соколенко Л. О., Швец В. А. Применение теории прямой и плоскости в решение пространственных задач

В статье, на основе проведенного анализа содержательного модуля “Плоскость и прямая в пространстве” курса “Аналитическая геометрия”, выделены типы упражнений и задач на применение теории прямой и плоскости, предназначенные для изучения свойств фигур в пространстве. Основными методами решения этих задач являются: метод координат и методы элементарной алгебры. Задачи систематизированы в соответствии с действующей учебной программы по математике для учащихся 10-11 классов. Они предназначены для учащихся, изучающих курс “Геометрия” на профильном и углубленном уровнях. Представлена методика обучения решения отдельных типов задач.

Предложенный в статье подход к построению системы задач на применение теории прямой и плоскости раскрывает роль теоретических основ школьного курса “Геометрия” и способствует подготовке старшеклассников к изучению курса “Аналитическая геометрия” в учреждениях высшего образования (ЗВО).

Ключевые слова: теория прямой и плоскости, свойства фигур в пространстве, метод координат, курс “Аналитическая геометрия”, стереометрия, профильный уровень обучения.

Sokolenko L., Shvets V. The application of the theory of line and plane in solving spatial problems

Based on the analysis of the content module “Plane and a straight line in space” of the course “Analytical geometry”, the article identifies the types of exercises and tasks for applying the theory of a straight line and a plane, designed to study the properties of figures in space. The main methods for solving these problems are: the coordinate method and methods of elementary algebra. The tasks are systematized in accordance with the current curriculum in mathematics for students in grades 10-11. They are intended for students studying the course “Geometry” at the profile and advanced levels. A training technique for solving certain types of problems is presented.

The approach proposed in the article to constructing a system of problems for the application of the theory of a straight line and a plane reveals the role of the theoretical foundations of the school course “Geometry” and helps prepare high school students to study the course “Analytical Geometry” in higher education institutions.

Keywords: theory of a straight line and a plane, properties of figures in space, coordinate method, course “Analytical geometry”, stereometry, profile level of training.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ “РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ПОКАЗНИКОВИХ РІВНЯНЬ”

У статті розглянуто методичні аспекти викладання теми “Розв’язування показникових рівнянь” у закладах загальної середньої освіти. Надано рекомендації щодо ознайомлення учнів із основними методами розв’язування показникових рівнянь. Розкрито зміст кожного методу, вказано особливості використання, проілюстровано застосування кожного методу на конкретних прикладах. Наведено приклади розв’язань деяких нестандартних показникових рівнянь і рівнянь з параметрами. Саме ці види показникових рівнянь додатково доцільно розглянути у профільних класах.

Ключові слова: математика, методика викладання, рівняння, показникове рівняння, методи розв’язування показникових рівнянь, нестандартні рівняння, рівняння з параметрами.

Одним із важливих умінь, яким повинні володіти випускники закладів загальної середньої освіти, є вміння розв’язувати показникові рівняння. Це вміння досить часто перевіряють під час проведення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) з математики. Результати ЗНО по завданням, що стосуються розв’язування показникових рівнянь, не завжди є втішними. Наприклад, тест ЗНО з математики 2015 року містив завдання: “Розв’яжіть показникове рівняння $4^x = 8$ ”. Це завдання правильно розв’язали 40,8% абітурієнтів. Здавалося б, що це непоганий результат. Але якщо врахувати, що це завдання належить до завдань з вибором однієї правильної відповіді із п’яти запропонованих варіантів, тобто абітурієнти могли не розв’язувати це рівняння безпосередньо, а підставляти замість x запропоновані варіанти, то результат є не таким уже і добрим. Цікаво, що значна кількість абітурієнтів в якості правильної відповіді вибирала варіанти: 2 (22%) і $\frac{1}{2}$ (21%).

Результати по іншим завданням тестів ЗНО з математики різних років, присвячених розв’язуванню показникових рівнянь, не є кращими. Щоби встановити причини неналежного рівня володіння абітурієнтами вмінням розв’язувати показникові рівняння, ми проаналізували діючі шкільні підручники з предметів “Математика” (рівень стандарту) і “Алгебра і початки аналізу” (профільний рівень) на предмет висвітлення у них теми “Розв’язування показникових рівнянь”. У підручниках [1], [3] і [6] чітко не виділені назви основних методів розв’язування показникових рівнянь, поверхнево розкрито їх зміст та особливості використання. Разом з тим приклади із використанням деяких із основних методів розв’язування показникових рівнянь розглянуто. У підручниках [2], [4] і [5] деякі із основних методів розв’язування показникових рівнянь виділені чітко, розглянуто приклади, які ілюструють використання цих методів, але зміст методів та їх особливості також розкриті поверхнево. Тобто, навіть знаючи назви основних методів розв’язування показникових рівнянь, учні не завжди зможуть зорієнтуватися, який саме метод використати в процесі розв’язування певного показникового рівняння. Зрозуміло, що зазначені недоліки шкільних підручників не справлять істотного негативного впливу на процес формування в учнів вміння розв’язувати показникові рівняння, якщо вчителі математики в процесі навчання використовуватимуть не лише матеріал шкільних підручників, але й інші додаткові матеріали. І в цьому плані корисною для них може бути ця стаття.

Мета статті – систематизувати основні методи розв’язування показникових рівнянь та надати методичні рекомендації вчителям математики щодо ознайомлення учнів із цими

методами в процесі навчання.

Ознайомлення учнів із темою “Розв’язування показникових рівнянь” доцільно розпочати із повторення основних властивостей степенів. Це пов’язано з тим, що в процесі розв’язування показникових рівнянь ці властивості досить часто використовуються. Після цього ввести поняття показникового рівняння. Показниковим називають рівняння, в якому змінна входить лише до показників степенів при сталих основах. Навести приклади показникових рівнянь.

Зазначити, що загального методу розв’язування показникових рівнянь немає. Однак можна виділити окремі методи, що використовують при розв’язуванні показникових рівнянь.

1. Метод зведення обох частин показникового рівняння до степенів з однаковими основами. Зміст цього методу полягає в тому, що використовуючи властивості степенів, показникове рівняння зводять до рівняння вигляду $a^{f(x)} = a^{g(x)}$ ($a > 0$, $a \neq 1$), яке рівносильне рівнянню $f(x) = g(x)$.

Наголосити учням, що рівняння вигляду

$$a^x = b, \quad a^{f(x)} = b, \quad a^{f(x)} = b^{g(x)} \quad (a > 0, b > 0, a \neq 1)$$

розв’язують зазначеним методом. Однак у деяких випадках потрібно використовувати логарифми, з якими вони ознайомляться пізніше.

Пояснити, що оскільки $a^x > 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то рівняння вигляду $a^x = b$ і $a^{f(x)} = b$ не мають коренів, коли $b \leq 0$.

Для розкриття змісту цього методу використати приклади.

Приклад 1. Розв’язати рівняння:

$$\begin{aligned} \text{а)} \quad 2^x = 16; \quad \text{б)} \quad (0,3)^x = 1; \quad \text{в)} \quad 5^x = -5; \quad \text{г)} \quad 9^{-x} = \frac{1}{3}; \quad \text{д)} \quad \sqrt{27^{x-1}} = \sqrt[3]{9^{2-x}}; \\ \text{е)} \quad \left(\sqrt[3]{5}\right)^{3x^2+6x-14} = 25 \cdot (0,2)^5 \cdot \sqrt[3]{625}; \quad \text{є)} \quad \sqrt{8^x} \cdot \sqrt[3]{64^x \cdot 0,5^{\frac{1}{x}}} = 2\sqrt[3]{16}. \end{aligned}$$

Розв’язання. а) Оскільки $16 = 2^4$, то $2^x = 16 \Leftrightarrow 2^x = 2^4 \Leftrightarrow x = 4$.

б) $(0,3)^x = 1 \Leftrightarrow (0,3)^x = (0,3)^0 \Leftrightarrow x = 0$.

в) Оскільки $5^x > 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то рівняння $5^x = -5$ розв’язків не має.

Розв’язуючи приклади г) – є), наголосити, що при використанні розглядуваного методу часто доводиться перетворювати не лише одну із частин показникового рівняння, а обидві частини, зводячи їх до степенів із однаковими основами.

г) Подавши ліву і праву частини рівняння $9^{-x} = \frac{1}{3}$ у вигляді степеня з основою 3, одержимо:

$$9^{-x} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow (3^2)^{-x} = 3^{-1} \Leftrightarrow 3^{-2x} = 3^{-1} \Leftrightarrow -2x = -1 \Leftrightarrow x = \frac{1}{2}.$$

д) Подамо обидві частини заданого рівняння у вигляді степеня з основою 3:

$$\sqrt{27^{x-1}} = \sqrt{(3^3)^{x-1}} = \sqrt{3^{3x-3}} = 3^{\frac{3x-3}{2}}; \quad \sqrt[3]{9^{2-x}} = \sqrt[3]{(3^2)^{2-x}} = \sqrt[3]{3^{4-2x}} = 3^{\frac{4-2x}{3}}.$$

Отже, маємо:

$$\sqrt{27^{x-1}} = \sqrt[3]{9^{2-x}} \Leftrightarrow 3^{\frac{3x-3}{2}} = 3^{\frac{4-2x}{3}} \Leftrightarrow \frac{3x-3}{2} = \frac{4-2x}{3} \Leftrightarrow x = \frac{17}{13}.$$

е) Подамо обидві частини заданого рівняння у вигляді степеня з основою 5:

$$\begin{aligned} (\sqrt[3]{5})^{3x^2+6x-14} &= 25 \cdot (0,2)^5 \cdot \sqrt[3]{625} & \Leftrightarrow & 5^{\frac{1}{3}(3x^2+6x-14)} = 5^2 \cdot (5^{-1})^5 \cdot \sqrt[3]{5^4} & \Leftrightarrow \\ 5^{x^2+2x-\frac{14}{3}} &= 5^2 \cdot 5^{-5} \cdot 5^{\frac{4}{3}} & \Leftrightarrow & 5^{x^2+2x-\frac{14}{3}} = 5^{-\frac{5}{3}} & \Leftrightarrow & x^2+2x-\frac{14}{3} = -\frac{5}{3} & \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow x^2+2x-3=0 & \Leftrightarrow & \begin{cases} x=-3, \\ x=1. \end{cases} \end{aligned}$$

є) Подавши праву і ліву частини заданого рівняння у вигляді степеня з основою 2,

$$\begin{aligned} \text{одержимо: } \sqrt{8^x} \cdot \sqrt[3]{64^x \cdot 0,5^{\frac{1}{x}}} &= 2\sqrt[3]{16} & \Leftrightarrow & \sqrt{2^{3x}} \cdot \sqrt[3]{2^{6x} \cdot 2^{-\frac{1}{x}}} = 2\sqrt[3]{2^4} & \Leftrightarrow \\ \sqrt{2^{3x}} \cdot 2^{2x} \cdot 2^{-\frac{1}{3x}} &= 2 \cdot 2^{\frac{4}{3}} & \Leftrightarrow & \left(2^{5x-\frac{1}{3x}}\right)^{\frac{1}{2}} = 2^{\frac{7}{3}} & \Leftrightarrow & 2^{\frac{1}{2}\left(5x-\frac{1}{3x}\right)} = 2^{\frac{7}{3}} & \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow \frac{1}{2}\left(5x-\frac{1}{3x}\right) = \frac{7}{3} & \Leftrightarrow & \frac{15x^2-14x-1}{3x} = 0 & \Leftrightarrow & \begin{cases} 15x^2-14x-1=0, \\ x \neq 0 \end{cases} & \Leftrightarrow & \begin{cases} x=-\frac{1}{15}, \\ x=1. \end{cases} \end{aligned}$$

Відповідь: а) 4; б) 0; в) $\emptyset$; г) $\frac{1}{2}$; д) $\frac{17}{13}$; е) -3; 1; є) $-\frac{1}{15}$; 1.

У класах рівня стандарту достатньо обмежитися розглядом прикладів а)-е), а у класах профільного рівня доцільно додатково розглянути складніший приклад є).

Після вивчення теми “Логарифми” потрібно пояснити учням як розв’язувати рівняння вигляду $a^x = b$, $a^{f(x)} = b$, $a^{f(x)} = b^{g(x)}$ ($a > 0$, $b > 0$, $a \neq 1$) у тих випадках, коли число b не можна подати у вигляді степеня з раціональним показником з основою a . Зазначити, що існують два способи розв’язування таких рівнянь: використання основної логарифмічної тотожності $a^{\log_a b} = b$ ($a > 0$, $b > 0$, $a \neq 1$) або логарифмування обох частин рівняння за певною основою. Наприклад, якщо $a > 0$, $b > 0$, $a \neq 1$, то

$$a^{f(x)} = b^{g(x)} \Leftrightarrow a^{f(x)} = \left(a^{\log_a b}\right)^{g(x)} \Leftrightarrow f(x) = \log_a b \cdot g(x)$$

або

$$a^{f(x)} = b^{g(x)} \Leftrightarrow \log_a a^{f(x)} = \log_a b^{g(x)} \Leftrightarrow f(x) = \log_a b \cdot g(x).$$

Для засвоєння цієї інформації можна запропонувати учням розв’язати рівняння на зразок таких: $2^x = 9$, $3^{5-2x} = 4$, $7^{2x+1} = 5^{x-3}$.

2. Метод винесення спільного множника за дужки. Зазначити учням, що цей метод використовують для розв’язування рівнянь вигляду $c_1 \cdot a^{f(x)+k_1} + c_2 \cdot a^{f(x)+k_2} + \dots + c_n \cdot a^{f(x)+k_n} = b$, де $c_1, c_2, \dots, c_n$, $k_1, k_2, \dots, k_n$, a, b – сталі числа ($a > 0$). Зміст цього методу розкрити на конкретних прикладах.

Приклад 2. Розв’язати рівняння:

$$\text{а) } 4 \cdot 3^x + 5 \cdot 3^{x-2} - 7 \cdot 3^{x-1} = 180; \text{ б) } (0,5)^{1-2x^3} - (0,25)^{1-x^3} + (0,5)^{3-2x^3} = 24.$$

Розв’язання. а) Винісши у лівій частині рівняння за дужки вираз 3^{x-2} і виконавши нескладні перетворення, одержимо:

$$4 \cdot 3^x + 5 \cdot 3^{x-2} - 7 \cdot 3^{x-1} = 180 \Leftrightarrow 3^{x-2} \cdot (4 \cdot 3^2 + 5 - 7 \cdot 3^1) = 180 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 3^{x-2} \cdot 20 = 180 \Leftrightarrow 3^{x-2} = 9 \Leftrightarrow 3^{x-2} = 3^2 \Leftrightarrow x = 4.$$

Наголосити учням, що за дужки краще виносити степінь у показнику якого є найменшим сталий доданок (за умови, що основа а степеня є більшою за 1). Це дозволить уникнути операцій з дробами. У наведеному прикладі серед показників x , $x-2$, $x-1$ найменший сталий доданок містить показник $x-2$. Тому за дужки виносили вираз 3^{x-2} . Якби за дужки винесли степінь 3^x , то одержали б рівняння з дробами: $3^x \cdot \left(4 + \frac{5}{9} - \frac{7}{3}\right) = 180$.

б) Подамо кожен доданок у лівій частині рівняння у вигляді степеня з основою 2 та винесемо за дужки вираз 2^{2x^3-3} :

$$(0,5)^{1-2x^3} - (0,25)^{1-x^3} + (0,5)^{3-2x^3} = 24 \Leftrightarrow 2^{2x^3-1} - 2^{2x^3-2} + 2^{2x^3-3} = 24 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 2^{2x^3-3} (2^2 - 2^1 + 1) = 24 \Leftrightarrow 2^{2x^3-3} \cdot 3 = 24 \Leftrightarrow 2^{2x^3-3} = 8 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 2x^3 - 3 = 3 \Leftrightarrow x = \sqrt[3]{3}.$$

Відповідь: а) 4; б) $\sqrt[3]{3}$.

Далі потрібно зазначити учням, що досить часто степені, присутні у показниковому рівнянні, не можна звести степенів з однаковими основами (без використання основної логарифмічної тотожності). І тоді у нагоді може стати метод зведення степенів до однакових показників.

3. Метод зведення степенів до однакових показників. Зміст цього методу полягає в тому, що показникове рівняння зводять до вигляду $c \cdot a^{f(x)} = d \cdot b^{f(x)}$, де a, b, c, d – сталі числа і $a > 0$, $b > 0$. Після цього обидві частини рівняння ділять на $a^{f(x)}$ або $b^{f(x)}$. Учням потрібно пояснити, що після ділення на $a^{f(x)}$ або $b^{f(x)}$ одержують рівняння, рівносильне попередньому, оскільки $a^{f(x)} \neq 0$ і $b^{f(x)} \neq 0$ для всіх допустимих значень змінної x .

Зміст цього методу розкрити на конкретних прикладах.

Приклад 3. Розв'язати рівняння:

$$а) 3^x - 5^{2x} = 0; б) 5^{2x-4} = \left(\frac{1}{49}\right)^{2-x}; в) 6 \cdot 4^x + \frac{1}{3} \cdot 9^{x+2} = 5 \cdot 4^{x+1} - \frac{1}{2} \cdot 9^{x+1}.$$

Розв'язання. а) Як бачимо, присутні у цьому рівнянні степені мають основи 3 і 5, які без використання основної логарифмічної тотожності не можна звести до однакових основ. Тому скористаємося методом зведення степенів до однакових показників:

$$3^x - 5^{2x} = 0 \Leftrightarrow 3^x = 5^{2x} \Leftrightarrow 3^x = 25^x.$$

Оскільки $25^x \neq 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то поділивши ліву і праву частини останнього рівняння на 25^x , одержимо рівносильне йому рівняння:

$$\frac{3^x}{25^x} = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{3}{25}\right)^x = 1 \Leftrightarrow x = 0.$$

б) Зведемо присутні у рівнянні степені до степенів з однаковими показниками:

$$5^{2x-4} = \left(\frac{1}{49}\right)^{2-x} \Leftrightarrow 5^{2x-4} = (7^{-2})^{2-x} \Leftrightarrow 5^{2x-4} = 7^{2x-4}.$$

Поділимо обидві частини останнього рівняння на 7^{2x-4} . У результаті одержимо рівносильне рівняння $\left(\frac{5}{7}\right)^{2x-4} = 1$, звідки $2x - 4 = 0$, $x = 2$.

в) Без використання основної логарифмічної тотожності степені з основами 4 і 9 не можна звести до однакових основ. Тому скористаємося методом зведення степенів до однакових показників. Спочатку згрупуємо у лівій частині рівняння степені з основою 9, а у правій – з основою 4, після чого використаємо метод винесення спільного множника за дужки. При цьому виносити за дужки будемо степені з однаковими показниками:

$$\begin{aligned} 6 \cdot 4^x + \frac{1}{3} \cdot 9^{x+2} &= 5 \cdot 4^{x+1} - \frac{1}{2} \cdot 9^{x+1} \Leftrightarrow \frac{1}{3} \cdot 9^{x+2} + \frac{1}{2} \cdot 9^{x+1} = 5 \cdot 4^{x+1} - 6 \cdot 4^x \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow 9^x \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 9^2 + \frac{1}{2} \cdot 9\right) = 4^x \cdot (5 \cdot 4 - 6) \Leftrightarrow 9^x \cdot \frac{63}{2} = 4^x \cdot 14 \end{aligned}$$

Оскільки $4^x \neq 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то поділивши обидві частини останнього рівняння на 4^x , одержимо рівносильне йому рівняння $\frac{9^x}{4^x} \cdot \frac{63}{2} = 14$, звідки маємо: $\left(\frac{9}{4}\right)^x = \frac{4}{9}$, $x = -1$.

Відповідь: а) 0; б) 2; в) -1.

Далі потрібно зазначити учням, що досить часто при розв'язуванні показникових рівнянь використовують метод заміни.

4. Метод введення заміни. Якщо показникове рівняння має вигляд $F(a^{f(x)}) = 0$, то ввівши заміну $a^{f(x)} = t$, його зводять до рівняння $F(t) = 0$.

Зміст методу розкрити на конкретних прикладах.

Приклад 4. Розв'язати рівняння: а) $4^{x-1} - 17 \cdot 2^{x-3} + 1 = 0$; б) $3^x - 3^{1-x} = 2$.

Розв'язання. а) Спочатку перетворимо задане рівняння:

$$\begin{aligned} 4^{x-1} - 17 \cdot 2^{x-3} + 1 &= 0 \Leftrightarrow 2^{2x-2} - 17 \cdot 2^{x-3} + 1 = 0 \Leftrightarrow \frac{2^{2x}}{2^2} - 17 \cdot \frac{2^x}{2^3} + 1 = 0 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \frac{2^{2x}}{4} - 17 \cdot \frac{2^x}{8} + 1 = 0 \Leftrightarrow 2 \cdot 2^{2x} - 17 \cdot 2^x + 8 = 0 \Leftrightarrow 2 \cdot (2^x)^2 - 17 \cdot 2^x + 8 = 0. \end{aligned}$$

Увівши заміну $2^x = t$, одержимо квадратне рівняння $2t^2 - 17t + 8 = 0$, коренями якого є числа $t = 8$ і $t = \frac{1}{2}$.

З урахуванням заміни одержимо:

$$1) 2^x = 8 \Leftrightarrow x = 3; \quad 2) 2^x = \frac{1}{2} \Leftrightarrow 2^x = 2^{-1} \Leftrightarrow x = -1.$$

Дуже часто учні роблять таку помилку: звівши задане рівняння до рівняння $2 \cdot 2^{2x} - 17 \cdot 2^x + 8 = 0$, тобто звівши ліву частину рівняння до алгебраїчної суми степенів з однаковими основами, далі починають використовувати метод винесення спільного множника за дужки і в результаті не можуть далі просунутися в процесі розв'язування. Тому учням потрібно наголосити, що метод винесення спільного множника за дужки використовують тоді, коли маємо алгебраїчну суму степенів з однаковими основами і показники цих степенів відрізняються один від одного лише сталими доданками.

б) Запишемо рівняння у вигляді $3^x - \frac{3^1}{3^x} = 2$. Помножимо обидві частини рівняння на

3^x . Оскільки $3^x \neq 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то одержимо рівносильне рівняння: $(3^x)^2 - 3 = 2 \cdot 3^x$.

Увівши заміну $3^x = t$, одержимо квадратне рівняння $t^2 - 2t - 3 = 0$, коренями якого є числа: $t = -1$, $t = 3$.

З урахуванням заміни маємо: 1) $3^x = -1 \Leftrightarrow x \in \emptyset$; 2) $3^x = 3 \Leftrightarrow x = 1$.

Відповідь: а) -1 ; 3; б) 1.

Далі потрібно зазначити учням, що з використанням методу заміни розв'язують так звані однорідні показникові рівняння. Рівняння вигляду $c_1 a^{2x} + c_2 a^x b^x + c_3 b^{2x} = 0$ ($c_1, c_2, c_3 \in \mathbf{R}$, $a > 0$, $b > 0$, $a \neq 1$, $b \neq 1$) називають однорідним показниковим рівнянням. Його розв'язують шляхом ділення обох частин рівняння на a^{2x} або b^{2x} . Зокрема, якщо поділити обидві частини рівняння на b^{2x} , то одержують рівносильне йому рівняння $c_1 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{2x} + c_2 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^x + c_3 = 0$, яке після введення заміни $\left(\frac{a}{b}\right)^x = t$ зводять до квадратного рівняння $c_1 t^2 + c_2 t + c_3 = 0$.

Приклад 5. Розв'язати рівняння $9^x + 6^x = 2^{2x+1}$.

Розв'язання. Рівняння містить степені з трьома різними основами. Перетворимо його, звівши до степенів з двома різними основами: $9^x + 6^x = 2^{2x+1} \Leftrightarrow 3^{2x} + 3^x \cdot 2^x - 2 \cdot 2^{2x} = 0$. Останнє рівняння є однорідним показниковим рівнянням. Поділивши його ліву і праву частини на 2^{2x} , одержимо рівносильне йому рівняння $\left(\frac{3}{2}\right)^{2x} + \left(\frac{3}{2}\right)^x - 2 = 0$. Увівши

заміну $\left(\frac{3}{2}\right)^x = t$, одержимо квадратне рівняння $t^2 + t - 2 = 0$, коренями якого є числа: $t = 1$, $t = -2$. З урахуванням заміни одержимо:

$$1) \left(\frac{3}{2}\right)^x = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{3}{2}\right)^x = \left(\frac{3}{2}\right)^0 \Leftrightarrow x = 0; \quad 2) \left(\frac{3}{2}\right)^x = -2 \Leftrightarrow x \in \emptyset.$$

Відповідь: 0.

5. Використання властивості монотонності функції. Ознайомлення учнів із цим методом потрібно розпочати із формулювання таких тверджень:

1. Якщо функція $y = f(x)$ зростає на проміжку P , а функція $y = g(x)$ спадає на цьому проміжку, то рівняння $f(x) = g(x)$ має не більше одного кореня на проміжку P .

2. Якщо функція $y = f(x)$ зростає або спадає на проміжку P , то рівняння $f(x) = a$ ($a \in \mathbf{R}$) має не більше одного кореня на цьому проміжку.

До кожного твердження обов'язково навести графічну ілюстрацію. Зміст цього методу розібрати на конкретних прикладах.

Приклад 6. Розв'язати рівняння: а) $5^{x-2} = 8 - x$; б) $3^x + 4^x = 5^x$.

Розв'язання. а) Функція $y = 5^{x-2}$ зростає на інтервалі $(-\infty; +\infty)$, а функція $y = 8 - x$ спадає на цьому інтервалі. Тому згідно із твердженням 1 рівняння $5^{x-2} = 8 - x$ на інтервалі $(-\infty; +\infty)$ має не більше одного кореня. Легко переконатися, що цим коренем є число $x = 3$.

Потрібно зауважити учням, що зазначений метод часто використовують при розв'язуванні рівнянь змішаного виду. Особливістю цього методу також є те, що корінь рівняння (якщо він існує) знаходять шляхом добору, після чого на основі твердження 1 або твердження 2 роблять висновок, що інших коренів рівняння не має.

б) Оскільки $5^x \neq 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то поділивши ліву і праву частини заданого рівняння на 5^x , одержимо рівносильне йому рівняння: $\left(\frac{3}{5}\right)^x + \left(\frac{4}{5}\right)^x = 1$. Функція

$y = \left(\frac{3}{5}\right)^x + \left(\frac{4}{5}\right)^x$ є спадною на інтервалі $(-\infty; +\infty)$, як сума двох спадних функцій. Тому

за твердженням 2 рівняння $\left(\frac{3}{5}\right)^x + \left(\frac{4}{5}\right)^x = 1$ на інтервалі $(-\infty; +\infty)$ має не більше одного кореня. Легко переконатися, що цим коренем є число $x = 2$.

Відповідь: а) 3; б) 2.

6. Графічний метод. Слід зазначити учням, що іноді показникове рівняння вдається розв'язати, використавши графічний метод. Пояснити, що для того, щоб розв'язати графічно рівняння $f(x) = g(x)$, потрібно в одній системі координат побудувати графіки функцій $y = f(x)$ і $y = g(x)$. Абсциси точок перетину цих графіків є коренями рівняння $f(x) = g(x)$. Також наголосити, що графічний метод часто використовують для розв'язування рівнянь змішаного виду.

Приклад 7. Розв'язати рівняння $(0,5)^x + 1,5x = 1$.

Розв'язання. Запишемо задане рівняння у вигляді $(0,5)^x = -1,5x + 1$. В одній системі координат побудуємо графіки функцій $y = (0,5)^x$ і $y = -1,5x + 1$ (рис. 1). Ці графіки перетинаються лише в двох точках з абсцисами: $x = -2$ і $x = 0$. Отже, $x = -2$ і $x = 0$ – корені заданого рівняння.

Відповідь: -2 ; 0 .

Наступні два методи є менш вживаними, тому їх доцільно розглянути лише у профільних класах.

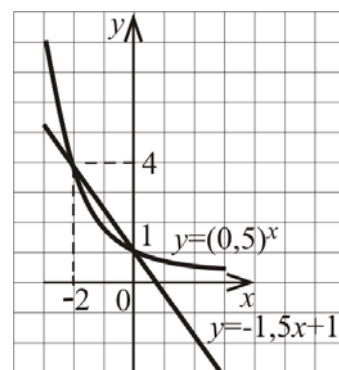


Рис. 1

7. Метод ділення на показниковий вираз.

Приклад 8. Розв'язати рівняння $4^{x+12} \cdot 5^{5x-8} = 20^{3x+2}$.

Розв'язання. Особливістю цього рівняння є те, що $(x+12) - (3x+2) = -(2x-10)$ і $(5x-8) - (3x+2) = 2x-10$, тобто різниці показників степенів є протилежними за знаками. Поділимо обидві частини заданого рівняння на 20^{3x+2} . Оскільки $20^{3x+2} \neq 0$ для всіх $x \in \mathbf{R}$, то одержимо рівносильне рівняння: $\frac{4^{x+12} \cdot 5^{5x-8}}{20^{3x+2}} = 1 \Leftrightarrow \frac{4^{x+12} \cdot 5^{5x-8}}{4^{3x+2} \cdot 5^{3x+2}} = 1 \Leftrightarrow \frac{5^{2x-10}}{4^{2x-10}} = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{5}{4}\right)^{2x-10} = \left(\frac{5}{4}\right)^0 \Leftrightarrow 2x-10=0 \Leftrightarrow x=5$.

Відповідь: 5.

8. Метод розкладання на множники. Іноді показникове рівняння вдається розв'язати, використавши метод розкладання на множники.

Приклад 9. Розв'язати рівняння:

$$a) x \cdot 2^x - 8x + 2^{x+1} - 16 = 0; \text{ б) } 48 \cdot 12^x - 4 \cdot 3^{x+1} - 9 \cdot 4^{x+2} + 36 = 0.$$

Розв'язання. а) Використавши спосіб групування, розкладемо вираз у лівій частині рівняння на множники:

$$x \cdot 2^x - 8x + 2^{x+1} - 16 = 0 \Leftrightarrow x \cdot (2^x - 8) + 2 \cdot (2^x - 8) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (2^x - 8) \cdot (x + 2) = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} 2^x - 8 = 0, \\ x + 2 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 3, \\ x = -2. \end{cases}$$

б) Спочатку перетворимо вираз у лівій частині рівняння, а потім, використовуючи спосіб групування, розкладемо його на множники:

$$48 \cdot 12^x - 4 \cdot 3^{x+1} - 9 \cdot 4^{x+2} + 36 = 0 \Leftrightarrow 48 \cdot 12^x - 12 \cdot 3^x - 9 \cdot 16 \cdot 4^x + 36 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (48 \cdot 12^x - 12 \cdot 3^x) + (-9 \cdot 16 \cdot 4^x + 36) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 12 \cdot 3^x (4 \cdot 4^x - 1) - 36 \cdot (4 \cdot 4^x - 1) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (4^{x+1} - 1) \cdot (12 \cdot 3^x - 36) = 0 \Leftrightarrow 12 \cdot (4^{x+1} - 1) \cdot (3^x - 3) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 4^{x+1} - 1 = 0, \\ 3^x - 3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = -1, \\ x = 1. \end{cases}$$

Відповідь: а) -2; 3; б) -1; 1.

У профільних класах також доцільно розглянути деякі нестандартні рівняння та рівняння з параметрами. Саме рівняння з параметрами, в тому числі і показникові рівняння з параметрами, дуже часто є присутніми у відкритій частині тестів ЗНО з математики.

Розглянемо деякі нестандартні рівняння.

Приклад 10. Розв'язати рівняння :

$$a) 4^x + (x-1) \cdot 2^x + 2x - 6 = 0; \text{ б) } x^4 - 2x^2 + 2 = 2^x - 4^{x-1}.$$

Розв'язання. а) Позначимо $2^x = t$ і розв'яжемо одержане рівняння $t^2 + (x-1) \cdot t + 2x - 6 = 0$ відносно t :

$$D = (x-1)^2 - 4 \cdot (2x-6) = x^2 - 10x + 25 = (x-5)^2;$$

$$t_1 = \frac{-(x-1) - (x-5)}{2} = 3-x, \quad t_2 = \frac{-(x-1) + (x-5)}{2} = -2.$$

Тоді $2^x = 3-x$, $2^x = -2$. Друге рівняння коренів не має. Розв'яжемо рівняння $2^x = 3-x$. Функція $y = 2^x$ зростає на проміжку $(-\infty; +\infty)$, а функція $y = 3-x$ спадає на цьому проміжку. Тому рівняння $2^x = 3-x$ на проміжку $(-\infty; +\infty)$ має не більше одного кореня. Легко переконатися, що цим коренем є число $x = 1$.

б) Перетворимо задане рівняння, виділивши повні квадрати:

$$(x^4 - 2x^2 + 1) + ((2^{x-1})^2 - 2 \cdot 2^{x-1} + 1) = 0 \Leftrightarrow (x^2 - 1)^2 + (2^{x-1} - 1)^2 = 0.$$

Остання рівність можлива лише тоді, коли одночасно $x^2 - 1 = 0$ і $2^{x-1} - 1 = 0$. Тому останнє рівняння рівносильне системі:

$$\begin{cases} x^2 - 1 = 0, \\ 2^{x-1} - 1 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = -1, \\ x = 1, \\ x = 1 \end{cases} \Leftrightarrow x = 1.$$

Відповідь: а) 1; б) 1.

Приклад 11. Розв'язати рівняння $4^x - a(a+1) \cdot 2^x + a^3 = 0$ залежно від значень параметра a .

Розв'язання. ОДЗ для параметра a : $a \in \mathbf{R}$. Уведемо заміну $2^x = t$. Тоді задане рівняння набуває вигляду $t^2 - a(a+1)t + a^3 = 0$. Його дискримінант

$$D = a^2 \cdot (a+1)^2 - 4a^3 = a^2 \cdot (a^2 + 2a + 1 - 4a) = a^2 \cdot (a-1)^2.$$

Отже, завжди $D \geq 0$.

Розглянемо два випадки:

$$I. D = 0 \Leftrightarrow a^2 \cdot (a-1)^2 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0, \\ a = 1. \end{cases} \text{ Тоді } t = \frac{a(a+1)}{2}.$$

а) Якщо $a = 0$, то $t = 0$ і тоді маємо рівняння $2^x = 0$, яке не має коренів.

б) Якщо $a = 1$, то $t = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1$ і тоді маємо рівняння $2^x = 1$, звідки $x = 0$.

II. $D > 0 \Leftrightarrow a \in \mathbf{R} \setminus \{0; 1\}$. У цьому випадку рівняння $t^2 - a(a+1)t + a^3 = 0$ має два різні корені t_1 і t_2 :

$$t_1 = \frac{a(a+1) - a(a-1)}{2} = a, \quad t_2 = \frac{a(a+1) + a(a-1)}{2} = a^2.$$

Урахувавши заміну, одержимо два рівняння: $2^x = a$, $2^x = a^2$.

а) Якщо $a < 0$, то рівняння $2^x = a$ не має коренів, а коренем рівняння $2^x = a^2$ є: $x = \log_2 a^2 = 2 \log_2 (-a)$.

б) Якщо $a > 0$, то обидва рівняння мають корені:

$$2^x = a \Leftrightarrow x = \log_2 a; \quad 2^x = a^2 \Leftrightarrow x = \log_2 a^2 \Leftrightarrow x = 2 \log_2 a.$$

Відповідь: $\emptyset$, коли $a = 0$; 0 , коли $a = 1$; $2 \log_2 (-a)$, коли $a \in (-\infty; 0)$;

$\log_2 a$, $2 \log_2 a$, коли $a \in (0; 1) \cup (1; +\infty)$.

Зрозуміло, що оволодіння учнями вмінням розв'язувати показникові рівняння неможливе без самостійного розв'язування різних показникових рівнянь. З цією метою доцільно запропонувати учням задачі для самостійного розв'язування. Розв'язуючи їх, вони зможуть більш ґрунтовно засвоїти розглянуті вище методи розв'язування показникових рівнянь.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Розв'язати рівняння: 1) $5^x = 125$; 2) $7^x = 1$; 3) $4^x = -4$; 4) $(0,5)^x = \frac{1}{16}$;

5) $10^{1-2x} = 0,1$; 6) $\left(\frac{1}{16}\right)^x = 8$; 7) $3^{x^2-2x-0,5} = 9\sqrt{3}$; 8) $2^{x+3} = 7$; 9) $\sqrt{8^{x-3}} = \sqrt[3]{16^{x+2}}$;

10) $(2^{x-3})^{x+4} = (0,5)^x \cdot 4^{x-4}$; 11) $8^{\frac{x-3}{3x-7}} \cdot \sqrt[3]{\sqrt{0,25^{\frac{3x-1}{x-1}}}} = 1$;

12) $2 \cdot 15^x + 15^{x-1} - 65 \cdot 15^{x-2} = 400$; 13) $7^x - 3^{2x} = 0$; 14) $4^{x-2} = \left(\frac{1}{3}\right)^{4-2x}$;

15) $7 \cdot 3^{x+1} - 5^{x+2} = 3^{x+4} - 5^{x+3}$; 16) $9^{x-1} + 3^{x+2} = 90$; 17) $5^x + 5^{2-x} = 26$;

18) $3 \cdot 4^x - 5 \cdot 6^x + 2 \cdot 9^x = 0$; 19) $7^{6-x} = x + 2$; 20) $4^x + 9^x = 25^x$; 21) $2^x = 5^x - 3$;

22) $3^x = 4x + 1$; 23) $2^{3x} \cdot 3^{x+2} = 6^{2x+1}$; 24) $x \cdot 3^x - 9x + 3^{x+1} - 27 = 0$;

25) $4^x + (x-13) \cdot 2^x - 2x + 22 = 0$; 26) $\sqrt{x^2 + x - 2} + 9^{x+2} + 1 = 18 \cdot 3^x$.

2. Залежно від значень параметра a розв'язати рівняння:

1) $4^{-x} - (a+3)2^{-x} + 4a - 4 = 0$; 2) $9^x - 2(a+1)3^x + a^2 + 2a = 0$.

Висновки. Для того, щоб учні могли оволодіти вмінням розв'язувати показникові рівняння потрібно їх ознайомити із основними методами розв'язування, розкрити їх зміст, вказати особливості застосування, проілюструвати використання цих методів на конкретних прикладах та підібрати задачі, за допомогою яких вони самостійно засвоюватимуть ці методи. Саме такий підхід до формування в учнів вміння розв'язувати показникові рівняння реалізований у цій статті.

Вважаємо, що викладений вище матеріал буде корисним для учнів на етапі підготовки до проходження ЗНО з математики та для вчителів, які навчатимуть учнів розв'язувати показникові рівняння.

Використана література:

1. Алгебра. 11 клас : підруч. для загальноосвіт. навч. закладів: академ. рівень, проф. рівень / Є. П. Нелін, О. Є. Долгова. – Х. : Гімназія, 2011. – 448 с.
2. Алгебра і початки аналізу (проф. рівень): підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / О. С. Істер, О. В. Єргіна. – К. : Генеза, 2019. – 416 с.
3. Алгебра і початки аналізу: проф. рівень : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський та ін. – Х. : Гімназія, 2019. – 352 с.
4. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз. – К. : Видавничий дім “Освіта”, 2019. – 272 с.
5. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / О. С. Істер. – К. : Генеза, 2019. – 304 с.
6. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський та ін. – Х. : Гімназія, 2019. – 208 с.

References:

1. Algebra. 11 klas: pidruch. dlya zahal'noosvit. navch. zakladiv: akadem. riven', prof. riven' / YE. P. Nelin, O. YE. Dolhova. – KH. : Himnaziya, 2011. – 448 s.
2. Algebra i pochatky analizu (prof. riven'): pidruch. dlya 11 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / O. S. Ister., O. V. Yerhina. – K. : Heneza, 2019. – 416 s.
3. Algebra i pochatky analizu: prof. riven': pidruch. dlya 11 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / A. H. Merzlyak, D. A. Nomirovs'ky, V. B. Polons'ky ta in. – KH. : Himnaziya, 2019. – 352 s.
4. Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriya, riven' standartu: pidruch. dlya 11 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / H. P. Bevez, V. H. Bevez. – K. : Vydavnychy dim “Osvita”, 2019. – 272 s.
5. Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriya, riven' standartu: pidruch. dlya 11 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / O. S. Ister. – K. : Heneza, 2019. – 304 s.
6. Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriya, riven' standartu: pidruch. dlya 11 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / A. H. Merzlyak, D. A. Nomirovs'ky, V. B. Polons'ky ta in. – KH. : Himnaziya, 2019. – 208 s.

Томащук А. П., Репета В. К., Лещинский О. Л. Методика преподавания темы “Решение показательных уравнений”.

В статье рассмотрены методические аспекты преподавания темы “Решение показательных уравнений” в учреждениях общего среднего образования. Проведен анализ действующих школьных учебников по предметам “Математика” (уровень стандарта) и “Алгебра и начала анализа” (профильный уровень) на предмет освещения в них темы “Решение показательных уравнений”. Систематизированы основные методы решения показательных уравнений и даны методические рекомендации учителям математики по ознакомлению учащихся с этими методами в процессе обучения. Раскрыто содержание каждого метода, указано особенности использования, проиллюстрировано применение каждого метода на конкретных примерах. Указано, какие из методов решения показательных уравнений целесообразно использовать только в классах уровня стандарта, а какие - в профильных классах. Приведены примеры решений некоторых нестандартных показательных уравнений и уравнений с параметрами. Именно эти виды показательных уравнений целесообразно рассмотреть в профильных классах. В конце статьи приведены задачи, которые нужно предложить учащимся для самостоятельного решения. Решая эти задачи, они лучше овладеют основными методами решения показательных уравнений.

Материал статьи будет полезен для учащихся на этапе подготовки к прохождению ВНО по математике и для учителей, которые будут обучать учеников решать показательные уравнения.

Ключевые слова: математика, методика преподавания, уравнение, показательное уравнение, методы решения показательных уравнений, нестандартные уравнения, уравнения с параметрами.

Tomashchuk O., Repeta V., Leshchynskiy O. Methods of lecturing the topic of “Solving exponential equations”.

One of the main skills that students of high school must possess is a skill of solving exponential equations. Development of this skill during the teaching process can be done only by math teachers with a high enough level of corresponding theoretical and methodical preparation.

The article covers methodical aspects of lecturing the topic of “Solving exponential equations” in high school. Actively used students’ books on “Mathematics” (standard level) and “Algebra and calculus” (profile level) subjects are analyzed for depiction of the stated topic. Main methods of solving exponential equations are systemized and methodical recommendations for math teachers on familiarizing students with these methods in the teaching process are given. In particular, the following methods of solving exponential equations are highlighted: 1) the method of reducing both hand-sides to powers with common bases; 2) the method of extracting common multiplier; 3) the method of reducing both hand-sides to powers with common exponents; 4) the method of substitution; 5) the method of using function monotonicity property; 6) graphical method; 7) the method of division by exponential expression; 8) the method of factorization.

Each method is described including its peculiarities and its application is illustrated with concrete problems. It is stated which methods of solving exponential equations are more suitable for classes of standard level and which should be considered in specialized classes. Examples of solving some nonstandard exponential equations and equations with parameters are provided. It is these exponential equations that should be considered in specialized classes. The ending of the article contains problems for home assignment. Doing these tasks will help them better encompass the main methods of solving exponential equations.

The material of this article will be useful for students on stages of preparation for the external independent examination on mathematics and for teachers who will teach students how to solve exponential equations.

Keywords: mathematics, lecturing methods, equation, exponential equation, methods of solving exponential equations, nonstandard equations, equations with parameters.

UDC 372.851

Oleksandr Shkolnyi, Yurii Zakhariichenko

MODERN THEMATIC PREPARATION FOR EIA IN MATHEMATICS IN UKRAINE: EQUATIONS AND INEQUALITIES

The relevance of the research on thematic preparation for the EIA in mathematics in modern Ukrainian realities is not in doubt. Based on the experience of systematization of the school course in mathematics, we have proposed dividing the whole course of mathematics into 10 thematic blocks: “Numbers and Expressions”, “Functions”, “Equations and Systems of Equations”, “Inequalities and Systems of Inequalities”, “Text Problems”, “Elements of mathematical analysis”, “Geometry on the Plane”, “Geometry in the Space”, “Coordinates and vectors”, “Elements of probability theory and statistics”.

In this paper, we propose thematic tests for two substantial blocks (“Equations” and “Inequalities”), as well as the answers to them. In addition, we solve the basic tasks of these tests and give methodological comments on these solutions. We are convinced that a properly organized thematic repetition of the school course in mathematics will allow teachers to excel in preparing pupils for independent assessment in mathematics.

Keywords: IEA in mathematics, SFA in mathematics, thematic preparation, educational achievements of pupils, thematic tests, basic tasks, numbers and expressions, functions.

Formulation of the problem. External Independent Assessment (EIA) of the quality of mathematics knowledge is now the main feature of assessing the quality of mathematical preparation for Ukrainian graduates. Also it is used for conducting the State Final Attestation (SFA) of academic achievements of senior school students, as well as a tool for competitive selection of

applicants to Ukrainian universities. Thus, there is no doubt about the relevance and the need for research on various aspects of preparation to the EIA in mathematics.

One such aspect is the systematization and thematic repetition of the school mathematics course. Based on our many years of experience in training for EIA, during this repetition we divide the entire mathematics course into 10 thematic blocks: “Numbers and Expressions”, “Functions”, “Equations and Systems of Equations”, “Inequalities and Systems of Inequalities”, “Text Problems”, “Elements of mathematical analysis”, “Geometry on the Plane”, “Geometry in the Space”, “Coordinates and vectors”, “Elements of probability theory and statistics”.

It is this division that allows repeated repetition of the same material throughout the preparation process for the EIA. For example, the transformations of logarithmic expressions are repeated during the study of thematic blocks 1, 2, 3, 4, and 6. This permits the teacher constantly to keep the student in a tone, when he would forget something, but he can’t do this, because proposed thematic training system doesn’t allow it.

Analysis of current research. The problem of training students for EIA in mathematics is systematically considered in different scientific publications. Valentyna Bevz, Mykhailo Burda, Hryhoriy Bilyanin, Olga Bilyanina, Olga Vashulenko, Larysa Dvoretzka, Oxana Yergina, Oleksandr Ister, Vadym Karpik, Arkadiy Merzlyak, Yevgen Nelin, Victor Repeta, Oleksiy Tomaschuk, Mykhailo Yakir and others constantly publish the results of their research in this area. During more than 15 last years, our author’s team has been constantly working to provide methodological support for the process of preparation to the EIA in mathematics. The theory and methodology of assessing the academic achievement of senior school students in Ukraine is described in the monograph [1]. For the repetition and systematization of the school mathematics course, we use the methodological set of manuals [2] and [3]. Previously, we have considered some aspects of thematic preparation for EIA, but since then the contingent of testing participants has changed significantly, as well as the methodological views of our author’s team on this problem are also evolved.

The purpose of the article. The purpose of this article is to provide methodological advice to teachers and tutors regarding the thematic training of graduates to EIA in mathematics. In particular, we present in this article two thematic tests related to the topics “Equations” and “Inequalities”, and also provide a solution of the some basic tasks of these tests with methodical comments for them.

Presenting main material. We suppose that in preparing for the EIA, it is advisable to refrain from a variety of task forms in the repetition and systematization of the material of each topic, limiting only to open-ended tasks with full explanation, as they are the most effective for teaching mathematics and feedback. However, after completing each of the 10 thematic blocks, it is natural to carry out a diagnostic thematic test in which to use all forms of test tasks inherent in the EIA math test.

Thematic test “Equations”.

Tasks 1-7 have five answer choices, only one of which is correct. Choose the correct answer, in your opinion.

1. Solve the equation $5x = 2$.

A	B	C	D	E
$\frac{2}{5}$	$\frac{5}{2}$	3	-3	10

2. Specify the root of the equation $x^2 - 10 = 0$.

A	B	C	D	E
100	5	10	$-\sqrt{10}$	-10

3. Specify the interval that includes the root of the equation $\sqrt{x+7,5} = 3$.

A	B	C	D	E
$(-2;0)$	$(0;2)$	$(2;4)$	$(4;6)$	$(6;8)$

4. Solve the equation $\frac{x-8}{x+7} = 0$.

A	B	C	D	E
-8	-7	0	7	8

5. Solve the equation $2 + \cos x = 2$.

A	B	C	D	E
$\emptyset$	$\frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$	$\frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$	$\pi n, n \in \mathbb{Z}$	$2\pi n, n \in \mathbb{Z}$

6. Specify the root of the equation $2^x = 20$.

A	B	C	D	E
$\log_2 20$	$\log_{20} 2$	10	0,1	18

7. How many solutions has the equation $\log_5 |x| = -x^2$?

A	B	C	D	E
None	One	Two	Three	More than three

In Task 8 for each of the three rows of data marked with numbers, select the one correct, in your opinion, variant marked with a letter.

8. The graph of the equation $x^2 + y^2 = 4$ is drawn on the figure. Using the graphic method, match the system of equations (1 – 3) to its number of solutions (A – E).

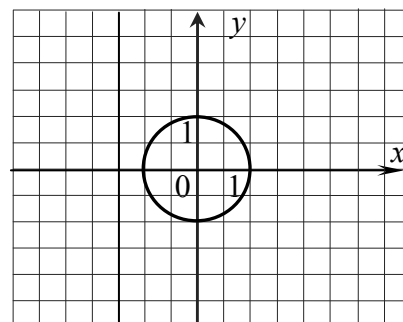


Figure to the task 8

System of equation

1
$$\begin{cases} y = \log_{0,5} x, \\ x^2 + y^2 = 4. \end{cases}$$

Number of solutions

- A None
B One
C Two

$$2 \quad \begin{cases} y = \sqrt{x}, \\ x^2 + y^2 = 4. \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{D Three} \\ \text{E Four} \end{array}$$

$$3 \quad \begin{cases} y = \frac{1}{x}, \\ x^2 + y^2 = 4. \end{cases}$$

Solve Tasks 9-11. Record the numeric answers you received in decimal or integer.

9. Find the *product* of all solutions of the equation:

$$1) x^2 + x - 56 = 0; 2) (x^2 + x - 56)\sqrt{3-x} = 0.$$

10. Solve the equation $\log_3(5x-17) + \log_3 2 = \log_3(x-5) + \log_3(x+5)$. If this equation has only one root, write *it* in the answer. If the equation has several roots, write in the answer their *sum*.

11. Find the solution $(x_0; y_0)$ of the system of equation $\begin{cases} 2x-3y=7, \\ 4x+5y=-8. \end{cases}$ In the answer write the value $x_0 + y_0$.

Solve Task 12. Write down sequential logical actions and explanations of all stages of task solving, make reference to the mathematical facts from which one or another statement follows. If necessary, illustrate the task solving with drawings, graphs, etc.

$$12. \text{ Let the equation } \sin\left(\frac{x}{a}\right) = \frac{a}{4}.$$

1) Solve this equation, when $a = 2$.

2) Solve the equation for any value of parameter a .

Answers to test "Equations"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	D	B	E	B	A	C	1 - C; 2 - D; 3 - E	1) -56; 2) -24	9	-1,5

12. 1) $x = (-1)^n \frac{\pi}{3} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$; 2) For all $a \in (-\infty; -4) \cup \{0\} \cup (4; +\infty)$ the equation has no

roots, for all $a \in [-4; 0) \cup (0; 4]$ the set of solutions is: $x = (-1)^n \cdot a \cdot \arcsin\left(\frac{a}{4}\right) + a \cdot \pi n, n \in \mathbb{Z}$.

Solutions and comments to tasks of test "Equations".

Task 10 (term of the task see above). *Solution.* The set of valid values of the variable x is

defined by following system: $\begin{cases} 5x-17 > 0, \\ x-5 > 0, \\ x+5 > 0. \end{cases}$ On this set, by the properties of logarithms, we obtain

the equation: $2(5x-17) = (x-5)(x+5)$, it follows $x^2 - 10x + 9 = 0$. According to the Viet theorem, the roots of this equation are $x_1 = 1, x_2 = 9$, but only root $x_2 = 9$ belongs to the set of valid values of variable. Thus, the correct answer is **9**.

Comment. This task focuses students' attention on the importance of writing down the conditions that determine the set of valid values of the variable *before* solving the logarithmic equation. It should be emphasized that it's not necessary to solve the system of inequalities

(sometimes it can be more complicated than solving the equation), it's enough to substitute the equation roots to this system.

Task 12 (term of the task see above). *Solution.* 1) We write down the set of solutions of the equation $\sin\left(\frac{x}{2}\right) = \frac{1}{2}$ in form $\frac{x}{2} = (-1)^n \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) + \pi n, n \in \mathbb{Z}$, it follows $x = (-1)^n \frac{\pi}{3} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$.

2) It's obviously that for $a = 0$ the expression on the left side of the equation is meaningless, and therefore the equation will not be resolved for such parameter value. Since the equation $\sin t = A$ has a solution only for $|A| \leq 1$, then for all $a \in [-4; 0) \cup (0; 4]$ we obtain

$\frac{x}{a} = (-1)^n \arcsin\left(\frac{a}{4}\right) + \pi n, n \in \mathbb{Z}$ or $x = (-1)^n \cdot a \cdot \arcsin\left(\frac{a}{4}\right) + a \cdot \pi n, n \in \mathbb{Z}$. If $|A| > 1$, that is, for all

$a \in (-\infty; -4) \cup (4; +\infty)$, the equation $\sin t = A$ has no solutions, therefore the initial equation also will not be resolved. The complete answer to task 12 is written above in the answers to the test.

Comment. Obviously, item 1) of this task has a training character. It allows the student to remember the formulas for the solution of the simplest trigonometric equations and the methods for solving the trigonometric equations that are reduced to them. If the student correctly solved the equation from item 1), he (she) gets 1 point. Item 2) provides an analysis of the number of solutions of the equation depending on the values of the parameter. It is important to isolate the case $a = 0$. If the student correctly deduced the number of roots of the equation in this case, then he (she) gets another 1 point. If the student correctly defined the set of values of the parameter a , in which the simplest trigonometric equation $\sin t = A$ has no solutions, then he (she) obtains another 1 point. Because the technical transformations of the expressions needed to get an answer in the case $a \in [-4; 0) \cup (0; 4]$ exactly the same as in item 1), then *only* if the student correctly wrote the *final* answer to the whole equation, he (she) gets another 1 point. Therefore, for correctly completed task 12, the student receives 4 points.

Thematic test "Inequalities".

Tasks 1-7 have five answer choices, only one of which is correct. Choose the correct answer, in your opinion.

1. Solve the inequality $4x < 2$.

A	B	C	D	E
$(-\infty; 2)$	$(2; +\infty)$	$(-\infty; 0,5)$	$(0,5; +\infty)$	$(-\infty; -2)$

2. Solve the inequality $25 > x^2$.

A	B	C	D	E
$(0; 5)$	$(5; +\infty)$	$(-\infty; -5) \cup (5; +\infty)$	$(-5; 5)$	$(-\infty; 5)$

3. Specify the solution of the inequality $|2x| > 16$.

A	B	C	D	E
-10	-8	0	5	8

4. Find the set of all solutions of the inequality $\frac{x+6}{x} < 0$.

A	B	C	D	E
$(-\infty; -6)$	$(-\infty; 0) \cup (6; +\infty)$	$(0; 6)$	$(-\infty; -6) \cup (0; +\infty)$	$(-6; 0)$

5. Solve the inequality $0,2^x \geq 0,2^3$.

A	B	C	D	E
$(0; 3]$	$(-\infty; 3)$	$(-\infty; 3]$	$[3; +\infty)$	$(3; +\infty)$

6. Find the set of all solutions of the inequality $\log_3 x < -2$.

A	B	C	D	E
$\emptyset$	$\left(0; \frac{1}{9}\right)$	$\left(-\infty; \frac{1}{9}\right)$	$\left(0; \frac{1}{8}\right)$	$\left(\frac{1}{8}; +\infty\right)$

7. The function $y = f(x)$ is defined and decreases on $(-\infty; +\infty)$ (see figure). Specify the set of all solutions of the inequality $f(x) \geq 0$.

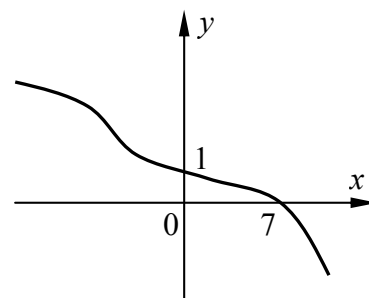


Figure to the task 7

A	B	C	D	E
$(-\infty; 1]$	$(-\infty; 7]$	$[0; +\infty)$	$[7; +\infty)$	$[1; +\infty)$

In Task 8 for each of the three rows of data marked with numbers, select the one correct, in your opinion, variant marked with a letter.

8. The graph of the function $f(x) = 2 - |x|$ is drawn on the figure. Using the graphic method, match the system of equations (1 – 3) to its set of all solutions (A – E).

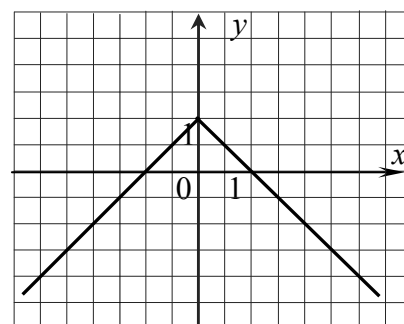


Figure to the task 8

Inequality

Set of all solutions

- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------------------------|
| 1 | $f(x) < x$ | A | $(-\infty; -1) \cup (1; +\infty)$ |
| 2 | $f(x) > x^3$ | B | $(-1; +\infty)$ |
| 3 | $f(x) > x^2$ | C | $(-1; 1)$ |
| | | D | $(-\infty; 1)$ |
| | | E | $(1; +\infty)$ |

Solve Tasks 9-11. Record the numeric answers you received in decimal or integer.

9. Find the *sum* of all *integer* solutions of the inequality on the interval $[0; 10]$:

1) $(18 - 2x)(x - 6) \leq 0$; 2) $\frac{(18 - 2x)(x - 6)}{|x - 8|} \geq 0$.

10. Find the *number* of *integer* solutions of the inequality $0 \leq 5 - x \leq 2x + 11$ on the interval $[-10; 10]$.

11. Solve the inequality $4x^2 + 19x - 5 \leq 0$. In the answer write the *number* of all *integer* solution of the inequality on the interval $(-10; 10)$.

Solve Task 12. Write down sequential logical actions and explanations of all stages of task solving, make reference to the mathematical facts from which one or another statement follows. If necessary, illustrate the task solving with drawings, graphs, etc.

12. Let the inequality $x^2 - (a + 2) \cdot x + 2a \geq 0$.

1) Solve this inequality, when $a = -3$.

2) Find the set on all solutions of the inequality for any values of parameter a .

Answers to thematic test "Inequalities"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C	D	A	E	C	B	B	1 - E; 2 - D; 3 - C	1) 40; 2) 22	8	6

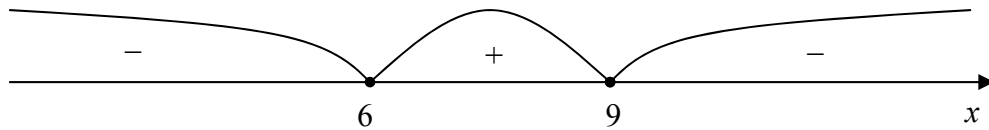
12. 1) $(-\infty; -3] \cup [2; +\infty)$. 2) For all $a < 2$ the set of solutions is $(-\infty; a] \cup [2; +\infty)$, for $a = 2$ the set of solutions is $(-\infty; +\infty)$, for all $a > 2$ the set of solutions is $(-\infty; 2] \cup [a; +\infty)$.

Solutions and comments to tasks of test "Inequalities".

Task 7 (term of the task see above). *Solution.* From the above figure we can see that the fragment of the graph, which is not below the abscissa axis, corresponds to all values $x \in (-\infty; 7]$. Thus, the correct answer is **B**.

Comment. The ability by graphs of dependencies (for example, empirical ones) to find the value of an independent variable in which the value of a dependent variable satisfies certain conditions is extremely useful in the modern world. These graphs can be found in newspapers, magazines, textbooks, the Internet, etc. Task 7 prepares students for the ability to correctly analyze data presented in a graphical way, and thus helps them to acquire relevant competencies. Of course, this is very useful in preparing for the EIA testing.

Task 9 (term of the task see above). *Solution.* 1) For $x_1 = 6$ and $x_2 = 9$ the left part of the inequality is equal to zero. We use the interval method by drawing the diagram of left-hand inequality side signs at the intervals formed for the variable x :



As we can see, the left side of the inequality is not positive for all $x \in (-\infty; 6] \cup [9; +\infty)$. The sum of all integer inequality solutions in the segment $[0; 10]$: $0 + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 9 + 10 = 40$.

2) Since for all $x \neq 8$ the inequality $|x - 8| > 0$ is true, then the sign of the left side of the inequality does not change at each of the intervals shown in the figure above. For $x = 8$ the left part is meaningless and therefore the inequality solution will be the set $[6; 8) \cup (8; 9]$. The sum of all integer inequality solutions in the segment $[0; 10]$: $6 + 7 + 9 = 22$.

Comment. The interval method allows to solve inequalities if one can find the roots of the corresponding equation, and therefore it can be considered to be somewhat universal. This task permits to test, whether students can use this method in their practice. It is also important to emphasize to graduates that the short-answer task is considered to be solved *only when the final answer is received*. In this case, it is the sum of all integer solutions of inequalities at a given interval, not the set of solutions! And that sum should be found carefully without losing concentration. Students should also read carefully the part of the term of the task that is about the answer, that is, what exactly should be written to the answer. Such fragments of the term of the task should be distinguished in some way.

Conclusions. We suppose that a well-organized thematic training for the External Independent Assessment will allow teachers to keep their heartbeat on the problems encountered by students in the systematization and repetition of the school mathematics course. We hope that the suggested methodological advice will be of use to all specialists involved in this process. In future publications, we plan to continue detailed consideration of the repetition features for all of the above mentioned thematic blocks, as well as to regard for each such block a summary test with solutions to the basic tasks and provide methodical comments for them.

References:

1. Oleksandr Shkolnyi. Basis of theory and methodology of education achievements assessment in math for senior school pupils in Ukraine : monograph / O. V. Shkolnyi. – Kyiv : Dragomanov NPU Publishing, 2015. – 424 p. (in Ukrainian)
2. Full course of mathematics in tests. Encyclopedia of test tasks: in 2 volumes. Volume 1: Different levels tasks / Yu. O. Zakhariichenko, O. V. Shkolnyi, L. I. Zakhariichenko, O. V. Shkolna. – 8-th edition. – Kharkiv : Ranok, 2018. – 496 p. (in Ukrainian)
3. Full course of mathematics in tests. Encyclopedia of test tasks: in 2 volumes. Volume 2: Theoretical data. Thematic and final tests / Yu. O. Zakhariichenko, O. V. Shkolnyi, L. I. Zakhariichenko, O. V. Shkolna. – 2-nd edition. – Kharkiv : Ranok, 2018. – 192 p. (in Ukrainian)

Transliterated references:

1. Shkolnyi O. V. Osnovy teorii ta metodyky ociniuvannya navchalnykh dosiahnen' z matematyky uchniv starshoyi shkoly v Ukrayini : monographiya / O. V. Shkolnyi. – K. : NPU imeni M. P. Dragomanova, 2015. – 424 s.

2. Povnyi kurs matematyky v testah. Encyklopediya testovyh zavdan': U 2 ch. Ch. 1: Riznorivnevi zavdannia / Yu. O. Zakhariychenko, O. V. Shkolnyi, L. I. Zakhariychenko, O. V. Shkolna. – 8 vyd. – Kh : Vyd-vo “Ranok”, 2018. – 496 s.
3. Povnyi kurs matematyky v testah. Encyklopediya testovyh zavdan': U 2 ch. Ch. 2: Teoretychni vidomosti. Tematychni ta pidsumkovi testy / Yu. O. Zakhariychenko, O. V. Shkolnyi, L. I. Zakhariychenko, O. V. Shkolna. – 2 vyd., dopovn. – Kh : Vyd-voo “Ranok”, 2018. – 192 s.

Шкільний О. В. Захарійченко Ю. О. Сучасна тематична підготовка до ЗНО з математики в Україні: рівняння і нерівності.

Актуальність досліджень, присвячених тематичній підготовці до ЗНО з математики, в сучасних українських реаліях сумнівів не викликає. Спираючись на багаторічний досвід систематизації та повторення шкільного курсу математики, нами запропоновано розбиття всього курсу математики на 10 тематичних змістових блоків: “Числа і вирази”, “Функції”, “Рівняння та системи рівнянь”, “Нерівності та системи нерівностей”, “Текстові задачі”, “Елементи математичного аналізу”, “Планіметрія”, “Стереометрія”, “Координати і вектори”, “Елементи комбінаторики і стохастики”.

У роботі ми наводимо тематичні тести до двох змістових блоків (“Рівняння” та “Нерівності”), а також відповіді до них. Крім того, ми розв’язуємо опорні задачі цих тестів та подаємо методичні коментарі до цих розв’язань. Ми переконані, що належним чином організована тематична систематизація і повторення шкільного курсу математики дозволить вчителям досягти успіху в підготовці учнів до незалежного тестування з математики.

Ключові слова. ЗНО з математики, ДПА з математики, тематична підготовка, навчальні досягнення учнів, тематичні тести, опорні задачі, числа і вирази, функції.

Шкільний А. В., Захарійченко Ю. А. Современная тематическая подготовка к ВНО по математике в Украине: уравнения, неравенства.

Актуальность исследований, посвященных тематической подготовке к ВНО по математике, в современных украинских реалиях сомнений не вызывает. Опираясь на опыт систематизации и повторения школьного курса математики, нами предложено разбиение всего курса математики на 10 тематических смысловых блоков: “Числа и выражения”, “Функции”, “Уравнения и системы уравнений”, “Неравенства и системы неравенств”, “Текстовые задачи”, “Элементы математического анализа”, “Планиметрия”, “Стереометрия”, “Координаты и векторы”, “Элементы комбинаторики и стохастики”.

В работе мы приводим тематические тесты к двум содержательным блокам (“Уравнения” и “Неравенства”), а также ответы к ним. Кроме того, мы решаем опорные задачи этих тестов и даем методические комментарии к этим решениям. Мы убеждены, что должным образом организованная тематическая систематизация и повторение школьного курса математики позволит учителям преуспеть в подготовке учеников к независимому тестированию по математике.

Ключевые слова. ВНО по математике, ГИА по математике, тематическая подготовка, учебные достижения учащихся, тематические тесты, опорные задачи, числа и выражения, функции.

НАШІ АВТОРИ

ФІЗИКА

БАНАК
РОМАН ДАНИЛОВИЧ

вчитель фізики та інформатики НВК “Домінанта”,
аспірант кафедри теорії та методики навчання фізики
та астрономії Національного педагогічного
університету імені М. П. Драгоманова
(м. Київ, Україна),
e-mail: banak1992@gmail.com

БЛАГОДАРЕНКО
ЛЮДМИЛА ЮРІВНА

доктор педагогічних наук, професор
кафедри загальної та прикладної фізики
Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ, Україна),
e-mail: kzf@ukr.net

ВАСИЛЕНКО
СЕРГІЙ ЛЕОНІДОВИЧ

кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри загальної та прикладної фізики
Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ, Україна)

ГРУДИНІН
БОРИС ОЛЕКСАНДРОВИЧ

доктор педагогічних наук, доцент, декан
факультету технологічної і професійної освіти
Глухівського НПУ ім. О. Довженка (м. Глухів, Україна),
e-mail: b.hrudynin@ukr.net

ДЕМКОВА
ВІТА ОЛЕКСАНДРІВНА

здобувач ступеня вищої освіти, доктор філософії
кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського (м. Вінниця, Україна),
e-mail: vitademkova@gmail.com

КОЛЕСНИКОВА
ОКСАНА АНАТОЛІВНА

аспірант кафедри фізики і методики навчання фізики,
астрономії Вінницького державного педагогічного
університету імені Михайла Коцюбинського
(м. Вінниця, Україна)

МАЗУРКЕВИЧ
ОКСАНА ЯРОСЛАВІВНА

вчитель СЗШ 1-III ступенів № 258, магістр
(м. Київ, Україна),
e-mail: ksyushenka.mazurkevich@gmail.com

ПЕТРУНЬОК
ТЕТЯНА БРОНІСЛАВІВНА

асистент кафедри фізики
Київського національного університету
будівництва і архітектури (м. Київ, Україна),
e-mail: turowskaya@ukr.net

ТЕРЕЩУК
СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

кандидат педагогічних наук, доцент, професор
кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання
Уманського державного педагогічного університету
імені Павла Тичини (м. Умань, Україна)

ШУТ
МИКОЛА ІВАНОВИЧЕМ

доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри загальної та прикладної фізики
Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ, Україна),
e-mail: kzf@ukr.net

МАТЕМАТИКА

ЗАХАРІЙЧЕНКО
ЮРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ

кандидат фізико-математичних наук, доцент
кафедри математики Національного університету
“Києво-Могилянська академія” (м. Київ, Україна),
e-mail: yzakhar@gmail.com

ЛЕЩИНСЬКИЙ
ОЛЕГ ЛЬВОВИЧ

кандидат фізико-математичних наук, доцент
Коледжу інженерії та управління Національного
авіаційного університету, заступник директора
(м. Київ, Україна)

СОКОЛЕНКО
ЛІЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри
математики та економіки Національного університету
“Чернігівський колегіум” імені Т. Г. Шевченка
(м. Чернігів, Україна)

РЕПЕТА
ВІКТОР КУЗЬМИЧ

кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національного авіаційного університету, доцент
кафедри вищої математики (м. Київ, Україна)

ТОМАЩУК
ОЛЕКСІЙ ПЕТРОВИЧ

кандидат педагогічних наук, доцент
Національного авіаційного університету, доцент
кафедри прикладної математики (м. Київ, Україна),
e-mail: o_tomaschuk@ukr.net

ШВЕЦЬ
ВАСИЛЬ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

кандидат педагогічних наук, професор, завідувач
кафедри математики і теорії та методики навчання
математики Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ, Україна)

ШКОЛЬНИЙ
ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

доктор педагогічних наук, доцент, професор
кафедри математики і теорії та методики навчання
математики Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ, Україна),
e-mail: shkolnyi@ukr.net

ЗМІСТ

ФІЗИКА

Благодаренко Л. Ю., Мазуркевич О. Я.

ВИВЧЕННЯ ЕКЗОТИЧНИХ ЯДЕР ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В КУРСІ
ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ І НАУКОВЦІВ ... 3

Василенко С. Л.

ОЗНАЙОМЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ І ВИКЛАДАЧІВ ФІЗИКИ
З МЕТОДАМИ ОДЕРЖАННЯ ПОЛІМЕРІВ З НОВИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ 9

Грудинін Б. О.

НИЗЬКОТЕХНОЛОГІЧНІ ВИСОКОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ
ВІДСТЕЖЕННЯ ВТОРНЕНЬ МЕТЕОРІВ У АТМОСФЕРУ ЗЕМЛІ 15

Демкова В. О., Колесникова О. А.

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ
В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ 26

Петруньок Т. Б.

РОЗПОДІЛ ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ “ФІЗИКА” ЗА ВИДАМИ
НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 32

Терещук С. І.

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ:
ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ГЕНЕТИЧНІ ВИТОКИ 38

Шут М. І., Банак Р. Д.

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ
В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ІІ СТУПЕНЯ 45

МАТЕМАТИКА

Соколенко Л. О., Швець В. О.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ПРЯМОЇ ТА ПЛОЩИНИ ДО РОЗВ’ЯЗУВАННЯ
СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ 52

Томащук О. П., Репета В. К., Лециньський О. Л.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ
“РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ПОКАЗНИКОВИХ РІВНЯНЬ” 60

Oleksandr Shkolnyi, Yurii Zakhariichenko

MODERN THEMATIC PREPARATION FOR EIA
IN MATHEMATICS IN UKRAINE: EQUATIONS AND INEQUALITIES 71

НАШІ АВТОРИ 80

ВИМОГИ

до подання статей

у “Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова”

Стаття (**обсяг від 8 сторінок**) має бути підготовлена на IBM-сумісному комп’ютері і роздрукована на принтері. До статті має додаватися диск зі статтею, яку набрано в текстовому процесорі MS Word for Windows (примірник + диск).

Як альтернативний варіант текст статті, збережений у Word 97-2003&6.0/95 – RTF або Документ Word, можна переслати електронною поштою на адресу: e-mail kzf@ukr.net, chasopys3@npu.edu.ua або chasopys3@ukr.net. *Зауваження: не пересилайте у Word2007, тому що формули і текст частково спотворюються!!!*

Параметри сторінки

Формат аркуша А4; шрифт Times New Roman; розмір шрифту 14 кегль; інтервал 1,5; поля: ліворуч – 30 мм, праворуч – 20 мм, внизу – 20 мм, вгорі – 20 мм.

Оформлення рисунків та таблиць

Рисунки, схеми, таблиці мають бути чіткими, виконані так, щоб можна було робити редагування.

Зразок оформлення статті

УДК 378

Панченко Т. В.

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова,

м. Київ

НАЗВА СТАТТІ

Педагогічні науки

Анотація: 7-8 речень українською мовою (1000 знаків), перелік ключових слів (8-10 слів).

Текст статті

Використана література:

1. Бугаев О. І. Методика

Зауваження: повинно бути не менше 3 посилань.

Транслітерована література:

1. Bugaiov O. I. Metodika ...

ПІБ, назва статті, анотація російською мовою(розширена) з переліком ключових слів.

ПІБ, назва статті, анотація англійською мовою з переліком ключових слів.

Для аспірантів, докторантів та інших здобувачів обов’язково додається **рецензія** наукового керівника або наукового консультанта.

Довідка про автора: прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи або навчання, домашня або електронна адреса та контактні телефони.

Вартість однієї сторінки тексту – 40 грн.

Наукове видання

НАУКОВИЙ ЧАСОПИС
НАЦІОНАЛЬНОГО
ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА

Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі

Випуск 21

Друкується в авторській редакції з оригінал-макетів авторів.

Редколегія не завжди поділяє погляди авторів статей.

Автори опублікованих матеріалів **несуть повну відповідальність** за підбір, точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей.

Матеріали подано мовою оригіналу.

Головний редактор – В. П. Андрущенко

Відповідальний редактор – М. І. Шут

Заступники
відповідального редактора – В. П. Сергієнко, В. Г. Бевз

Відповідальні секретарі – О. В. Шкільний, О. С. Паращич



Підписано до друку 27 грудня 2019 р.
Формат 60x84. Папір офісний. Гарнітура Таймс. Друк офсетний.
Умовн. друк. аркушів 10,5. Облік.-видав. арк. 5,7.
Наклад 300. Зам. №
Віддруковано з оригіналів

Видавництво

Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова
Свідоцтво про реєстрацію № 1101 від 29. 10. 2002
(044) 239-30-26, 239-30-85
Продажу не підлягає!