

economizing time, keeping the principle of continuity during the first concentrum of teaching Physics in secondary school, is very important.

#### REFERENCES

1. Bilimovych, B. F., *Physical Quizzes in Secondary School, A Manual for Teachers*, (Prosveshcheniye, Moscow, 1977), p. 159.
2. Buzko V. L., *Didactic Material to Check the Knowledge of Physics. Grade 9, part 2: manual for pupils / Buzko V. L;* scientific editor: Professor S. P. Velychko (Kirovograd: IE M. V. Aleksandrova, 2012), p. 84.
3. Buzko, V. L., *Integration of Natural Studies in the Process of Teaching Molecular Physics in Secondary School*, Scientific Notes, Issue 2, (Kirovohrad State Teachers' Training University Publishing, Kirovohrad, 2011), p. 202.
4. Buzko, V. L., *Solving Sums as a Means of Integrating Natural Knowledge while Teaching Physics in Secondary School*, A Digest of Scientific Works Kamianets-Podilsky National University, (Kamianets-Podilsky National University, 2011), p. 330.
5. Dobrynin, N. F., *Attention and its Upbringing*, (Moscow, 1951), p. 30.
6. Dychkivska, I. M., *Innovative Pedagogical Technologies*, (Academy Publishing, Kyiv, 2004), p. 352.
7. Kovaliov, A. G., *Psychic Peculiarities of a Man: Character*, (Leningrad, 1957), p. 263.
8. Morozova, N. G., *About a Cognitive Interest for Teacher*, (Moscow, 1976), p. 46.
9. Morozova, N. G., *The Upbringing of Children's Cognitive Interests in the Family*, (Moscow, 1961), p. 224.
10. Petrovsky, A. V., *Back to Understanding Personality in Psychology*, ( Voprosy Psihologiyi, 1981), №2, p. 40 — 46.
11. Remizov, A. N. *A Collection of Sums in Medical and Biological Physics*, (Drofa, Moscow, 2001), p. 192.
12. Ribo, T., *The Psychology of Attention*, (Moscow, 1976), p. 208.
13. Rubinstein, S. L., *The Grounds of General Psychology*, (Peter, St. Petersburg, 2000), p. 712.
14. Semke, A. I. *Non-Conventional Sums in Physics. For the Forms of Natural and Humanitarian Profile*, (Academy of Development, Yaroslavl, 2007), p. 320.
15. Stepan Velychko. On the Experience of Forming and Developing Research Trinking of Phyaics Teachers. — Conference Proceeding “Democracy and Education”. — June 1—2. 2001, Kyiv, Ukraine. — Montclair State University; Kirovograd State Pedagogical University,. — Kyiv, 2002. — p. 289 — 294.
16. Tiunnikov, Y. S., *Methods of Discovery and Description of Integrated Processes in Educational Work*, (Academy of Pedagogical Sciences, Moscow, 1986), p. 47.

**Stepan Velychko** – Faculty of Physics and Mathematics, Kirovohrad Teacher Training University, Shevchenko Street 1, 25006, Kirovohrad, Ukraine.

**Victoria Buzko** – Specialized Secondary School №6, Kirovohrad Municipal Council, Kirovohrad Region, Timiriazev Street, 63, 25006, Kirovohrad, Ukraine.

## МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ БЛОКІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

**Андрій АНДРЕЄВ**

*У статті розглядається проблема вивчення фізичних основ енергозберігаючих технологій у процесі навчання фізики. Для здійснення цієї теоретичної підготовки запропоновано метод проблемних ситуацій з енергозбереження. Розглянуто структуру і наведено приклади навчальних блоків, які складають основу даного методу.*

*The problem of studying the physical principles of energy saving technologies in physics course is considered in the article. The method of problem situations on energy conservation is proposed for such theoretical training. The structure and examples of teaching units, which are the basis of this method, is described.*

**Проблема вивчення фізичних основ енергозберігаючих технологій.** Успішне формування в учнів компетентності у сфері енергозбереження можливе лише за умов наявності в них відповідних знань, що стосуються теоретичних основ енергозберігаючих технологій. У сучасних підручниках та посібниках з фізики вже з'являються деякі відомості щодо останніх досягнень науки і техніки у галузі альтернативної енергетики, економії енергетичних ресурсів та раціонального природокористування. Однак, окрім вивчення учнями навчального матеріалу, поданого у готовому вигляді, потрібно ще й залучати їх до активної діяльності, зокрема, до безпосереднього розв'язування ними навчальних проблем, пов'язаних з енергозбереженням та енергоефективністю. Лише за таких умов можна сподіватися на підвищення рівня усвідомленого засвоєння матеріалу.

Отже, постає проблема розроблення відповідних навчальних засобів (наприклад, задач, проблемних ситуацій, запитань, лабораторних робіт), які б сприяли творчому засвоєнню навчального матеріалу, пов'язаного з енергозбереженням, а також спонукали б учнів до самостійного використання набутих знань на практиці.

Деякі аспекти щодо розв'язання цієї проблеми можна знайти у науково-методичній літературі. Для прикладу вкажемо на дослідження [1; 2; 3; 4].

Так, розглядаючи вимоги до відбору методів екологічного навчання і виховання, В.Д. Шарко зазначає, що методи навчання, спрямовані на формування екологічних переконань учнів, повинні забезпечувати їх активну пізнавальну діяльність протягом усього процесу засвоєння екологічних знань. У зв'язку з цим головне місце в системі роботи вчителя повинні зайняти *проблемно-пошукові* методи [1, с. 22].

Аналізуючи особливості методики розгляду екологічного матеріалу при вивченні фізики, Е.А. Турдикулов наголошує на тому, що учні мають не лише засвоювати екологічну інформацію, але й набувати вмінь і навичок щодо розв'язування задач, виконання експериментальних завдань, пов'язаних з питаннями охорони природи. Він також вказує на важливість навчання учнів *самостійно ставити* і розв'язувати найпростіші природоохоронні питання, що потребують використання фізичних знань, вмінь і навичок роботи з вимірювальними приладами [2, с. 37].

Попри досить велику кількість досліджень, присвячених формуванню у молоді екологічної культури, ще бракує методичних розробок щодо змісту, форми і методів навчання учнів саме *фізичних основ енергозберігаючих технологій*.

У даній статті ми маємо на меті розглянути запропонований нами спосіб здійснення теоретичної підготовки учнів з основ енергозберігаючих технологій, а також навести приклади навчальних засобів, що уможливають його використання.

**Сутність методу проблемних ситуацій з енергозбереження.** Для ознайомлення учнів з фізичними основами енергозберігаючих технологій нами запропоновано метод, який можна умовно назвати *методом проблемних ситуацій з енергозбереження*. Теоретичним підґрунтям даного методу виступили методологічні засади *проблемного навчання*, різні аспекти якого розглядали у своїх роботах Л.А. Закота та О.І. Ляшенко [5], Р.І. Малафєєв [6], М.І. Махмутов, А.М. Матюшкін та інші вчені. Реалізація запропонованого методу базується на *задачному підході*: навчальний матеріал, пов'язаний з фізичними основами енергозбереження, подається у вигляді циклу пізнавальних задач. Розв'язуючи ці задачі, учні засвоюють відповідні знання та набувають ціннісних ставлень до проблеми раціонального використання енергетичних ресурсів.

Під терміном "*проблемна ситуація*" будемо розуміти (відповідно до [7, с. 175]) обставину, коли перед учнями постають нові умови й інформація, через що вони не можуть прийняти рішення на основі своїх власних знань і досвіду і тому мають відшукувати нову інформацію і набувати новий досвід. Розглянемо сутність і особливості використання даного методу.

Матеріал, пов'язаний з енергозбереженням, подається у вигляді *навчальних блоків*. Кожен з них має свою назву і передбачає наявність таких основних компонентів:

- проблемна ситуація;
- формулювання фізичної задачі (або кількох задач);
- розв'язання задачі з аналізом отриманих результатів.

Розглянемо ці компоненти детальніше.

**Проблемна ситуація.** Вона базується на певній *технічній проблемі*, зміст якої пов'язаний з конкретним питанням (заходом) з енергозбереження та енергоефективності. Як правило, проблемна ситуація у навчальному блоці завершується *проблемним завданням (творчою задачею)*.

Використовуючи термін "технічна проблема", ми, в першу чергу, маємо на увазі його методичний аспект. Так, проблемою у педагогіці називають різновид питання, відповідь на яке не міститься в накопичених учнями знаннях і способах діяльності, тому вимагає відповідних практичних дій, відмінних від простого інформаційного пошуку [7, с. 25]. В основі навчальної проблеми, як зазначається у [5, с. 6], лежить певна суперечність, що може мати об'єктивний та суб'єктивний характер. При цьому останні виникають тоді, коли в учнів не вистачає відповідних знань, а також тоді, коли вони застосовують свої знання у нових пізнавальних ситуаціях.

Під *творчою задачею* тут ми розуміємо, слідом за В.Г. Разумовським [8, с. 10], таку задачу, в якій сформульована певна вимога, що може бути виконана на основі фізичних законів, але в якій відсутні будь-які прямі або посередні вказівки на ті фізичні явища, законами яких слід

скористатися для розв'язання цієї задачі. За класифікацією, наведеною А.А. Давиденком, такі задачі залежно від способу розв'язання можна розділити на типи: логіко-математичні, експериментальні, дослідницькі, винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські [9, с. 73].

**Формулювання фізичної задачі (або кількох задач).** У процесі детального вивчення певної технічної проблеми (під час розв'язування творчої задачі) виникає потреба у виокремленні і формулюванні більш конкретних фізичних задач. При цьому часто доводиться одну й ту ж саму задачу переформулювати кілька разів (адже від вдалого формулювання задачі залежить успішність її розв'язання).

Наступна (остання) частина навчального блоку з енергозбереження містить *розв'язання сформульованих фізичних задач* та аналіз отриманих у них результатів.

Розглянуті компоненти навчальних блоків з енергозбереження обумовлені основними етапами розв'язання проблеми у загальному вигляді. Дійсно, розв'язання починається з постановки проблеми (тобто із з'ясування її суті та формулювання). У процесі детального вивчення проблеми можливе неодноразове переформулювання і уточнення самого творчого завдання. В результаті отримують конкретну задачу. Наступні етапи пов'язані з її розв'язанням та аналізом отриманих результатів.

Деякі спільні ознаки із запропонованим нами підходом до структурування навчальних блоків з енергозбереження подано у дослідженні Н.Л. Мислинської [10], яке присвячене особливостям методики розв'язування задач з екологічним змістом. У ньому, зокрема, зазначається, що умови таких задач можуть містити, окрім екологічного, ще й ціннісний аспект (фабулу). За змістом останнього виділено задачі з історичним, світоглядним, естетичним, економічним, регіональним змістом, цікаві задачі. Процес розв'язування задач з екологічним змістом, зазначає дослідниця, може включати, поряд із традиційним аналізом умови та використанням фізичних знань, ще й такі компоненти як вступ (преамбула) до задачі та висновки (резюме). Їх зміст визначає викладач.

Серед головних вимог, які ми висуваємо до навчальних блоків з енергозбереження (та які визначають відмінні ознаки запропонованого нами методу), вкажемо на наступні.

➤ *Дидактичний аспект.* Матеріал, що розглядається у навчальному блоці, має відповідати навчальній програмі з фізики. Разом з цим у проблемній ситуації (що, як вже зазначалося, завершується проблемним завданням) має міститися пізнавальне утруднення (тобто ще невідомий учневі змістовий елемент, що потребує засвоєння). При цьому, як наголошується у [5, с. 10], проблемне завдання результативне лише у тому випадку, коли воно відповідає реальному питанню, яке виникає в учнів у процесі виконання ними певного пізнавального завдання. Тобто учні мають *усвідомлювати* проблемне завдання.

➤ *Практичний аспект.* Проблемна ситуація має базуватися на конкретному технічному матеріалі і повинна відображати зв'язок фізики з технікою. При цьому вона повинна базуватися на *реальних* задачах, які можуть виникати під час використання енергозберігаючих технологій в умовах виробництва або у побуті.

➤ *Актуальність та новизна матеріалу.* Матеріал навчальної технічної проблеми має відповідати сучасному рівню розвитку техніки. Проте це не означає, що він обов'язково повинен мати елементи об'єктивної новизни. Адже зрозуміло, що при вивченні фізики більшість із проблемних ситуацій з енергозбереження можуть мати лише навчальний характер (оскільки вони не пов'язані зі створенням нових технічних рішень), але це зовсім не применшує їх пізнавального значення. Наявність елементів новизни у навчальному блоці з енергозбереження викликає виникнення в учнів певного емоційного стану, що позитивно впливає на якість засвоєння навчального матеріалу.

Кожен з навчальних блоків містить розгляд певного питання з енергозбереження (від формулювання проблемної ситуації до аналізу результатів розв'язання відповідної фізичної задачі). Між собою ці блоки є відносно незалежними. Це уможливило використання різних форм ознайомлення з ними школярів. При самостійному ж вивченні учень може почати розгляд саме з тих блоків, які викликають у нього найбільший інтерес.

**Приклади навчальних блоків з енергозбереження та їх методичний аналіз.** Розглянемо далі приклад навчального блоку із відповідним методичним аналізом його структурних компонентів.

**Приклад 1.** Назва блоку: *“Теплові втрати у трубопроводі”*. Цей навчальний блок нами було розроблено на основі реальної проблемної ситуації, яка полягала у наступному.

Проблемна ситуація. До студентського гуртожитку гаряча вода подається з бойлера центрального теплового пункту університету по сталевому трубопроводу, який прокладено під землею (у теплоtrasі). Мешканцями гуртожитку помічено, що температура “гарячої” води, яка до них подається, нижче норми. Потрібно:

- знайти теплові втрати у трубопроводі за певний проміжок часу;
- запропонувати можливі заходи щодо зменшення цих втрат.

Відповідно до розглядуваного нами методу до кожної проблемної ситуації, подається одна або кілька фізичних задач, доцільність розв’язування яких визначається самою технічною проблемою. При цьому слід враховувати наступне.

Результат, отриманий в ході розв’язування задачі, повинен давати відповідь на конкретне запитання практики. В цьому випадку в учнів з’являються додатковий інтерес до розв’язування задачі, поза як вони усвідомлюють можливість подальшого використання результату.

Крім того, умова задачі не повинна бути громіздкою, переобтяженою зайвими (несуттєвими) даними, що лише ускладнюють її розв’язування. Так, для відповіді на перше запитання, наведеного у нашому прикладі, учні мають проаналізувати проблемну ситуацію і сформулювати відповідну фізичну задачу. Умова задачі повинна містити лише *суттєві ознаки*, що необхідні для подальшого розв’язування задачі.

З цією метою у формулюванні проблемної ситуації слід виокремити *ключові слова* і додати (за необхідністю) дані, яких не вистачає для розв’язання. У даному випадку цими даними є, наприклад, температура води на вході і виході з труби (або різниця цих температур), а також витрата води (об’єм води, що витікає з труби за одиницю часу). При цьому умова відповідної задачі матиме такий вигляд.

**З а д а ч а.** Вода від нагрівача до споживача подається по трубі. При сталому режимі температура води на вході у трубу  $60^{\circ}\text{C}$ , а на виході з труби  $50^{\circ}\text{C}$ . При цьому витрата води складає  $1\text{ м}^3$  за годину. Визначте кількість теплоти, що втрачається в трубопроводі протягом доби.

Зазначимо, що виділення в умові задачі (на етапі її формулювання) лише суттєвих ознак уможливило використання при подальшому її розв’язуванні учнями відомого у методичній літературі *методу ключових слів*. Так, авторами [11, с. 6] зазначається, що навчання школярів уважного ставлення до тексту умови, проведення його ретельного аналізу, виділення ключових слів, сприяє переходу учнів на якісно новий рівень умінь, необхідних для розв’язування фізичних задач.

Наведемо ще один приклад навчального блоку з енергозбереження. Його використання у навчальному процесі з фізики найдоцільніше під час вивчення механіки (10 клас).

**Приклад 2.** Назва навчального блоку: “Нижньобійне водяне колесо”.

Проблемна ситуація. На сьогодні дедалі популярним є створення малих гідроелектростанцій (для енергозабезпечення селища або приватного будинку). При цьому найбільш перспективним є виробництво електроенергії на тих річках, де є значні перепади висоти і спостерігається значна кількість опадів протягом року, оскільки на них не потрібно споруджувати штучні водосховища. Такі річки є, наприклад, у районі Карпат. При великому напорі і малій витраті води (це має місце, наприклад, на гірських річках) використовують *нижньобійні водяні колеса* (рис. 1).

Для найбільш ефективного перетворення енергії за допомогою такого пристрою потрібно визначити його максимально можливу потужність, тобто потужність при якій коефіцієнт використання енергії струменя води досягає максимального значення.

**З а д а ч а.** Оцінити максимальну потужність і найвигіднішу кутову швидкість

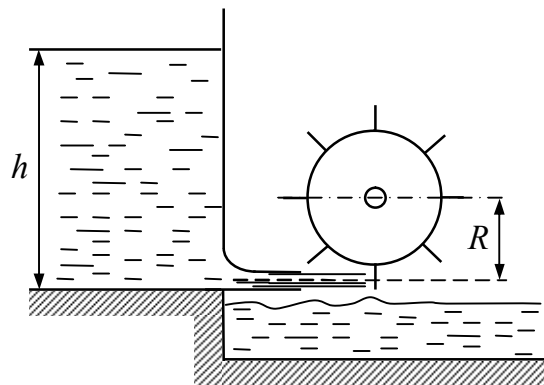


Рис. 1. Схема, що пояснює роботу нижньобійного водяного колеса.

нижньобійного водяного колеса (див. рис. 1), якщо відомі: висота напору води  $h = 2$  м, поперечний перетин струменя  $S = 0,02$  м<sup>2</sup>, радіус колеса  $R = 0,6$  м. Яке значення при цьому набуває коефіцієнт використання енергії водяного струменя. Вважати, що струмінь неперервно б'є у лопаті (число лопатей досить велике) і після удару падає вниз.

Розв'язання. Швидкість витікання води з отвору дорівнює  $u = \sqrt{2gh}$ . Нехай лінійна швидкість руху лопаті  $v$  (кутова швидкість колеса  $\omega = v/R$ ). Тоді швидкість води відносно лопаті

$$\sqrt{2gh} - v.$$

Маса води, що взаємодіє з лопатями колеса впродовж 1 с, дорівнює

$$\rho S(\sqrt{2gh} - v).$$

Після удару вода втрачає свій імпульс (за умовою). Тому щосекундна зміна її імпульсу, яка дорівнює силі, що діє на лопать, складає

$$F = \rho S(\sqrt{2gh} - v)^2.$$

Обертальний момент колеса дорівнює

$$M = R \cdot F = R \cdot \rho S(\sqrt{2gh} - v)^2. \quad (1)$$

З урахуванням (1) знаходимо формулу для потужності, яку розвиває колесо:

$$N = M \cdot \omega = \rho S(\sqrt{2gh} - v)^2 v. \quad (2)$$

Дослідивши вираз (2) на екстремум, знаходимо, що максимального значення потужність набуває при

$$v = \sqrt{2gh}/3, \quad (3)$$

при цьому кутова швидкість колеса складатиме

$$\omega = v/R = \sqrt{2gh}/(3R).$$

Отже, максимальне значення потужності колеса дорівнює

$$N_1 = \frac{4}{27} \cdot \rho S(2gh)^{3/2}. \quad (4)$$

Потужність водяного струменя, що має швидкість  $u$  ( $u = \sqrt{2gh}$ ) можна визначити так:

$$N_2 = \frac{mu^2}{2t},$$

де  $t$  – час, за який через поперечний перетин труби протікає вода масою  $m$ .

Враховуючи, що  $m = \rho \cdot Su t$ , отримуємо:

$$N_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho S u^3 = \frac{1}{2} \cdot \rho S(2gh)^{3/2}. \quad (5)$$

Отже, коефіцієнт використання енергії водяного струменя дорівнює

$$\xi = N_1/N_2 = 8/27 \approx 0,3.$$

Апробацію методу проблемних ситуацій з енергозбереження нами проведено в експериментальній групі на базі Запорізької гімназії №28 та Економіко-правничого коледжу Запорізького національного університету. Педагогічний експеримент засвідчив ефективність даного методу.

**Висновки.** Для ознайомлення учнів з фізичними основами енергозберігаючих технологій нами запропоновано *метод проблемних ситуацій з енергозбереження*. Він передбачає подання матеріалу у вигляді *навчальних блоків*. Кожен з них містить розгляд певного питання, пов'язаного з фізичними основами енергозбереження, і структурований за проблемною ситуацією, фізичними задачами, їх розв'язаннями та аналізом результатів. Між собою ці блоки є відносно незалежними. Це уможливило використання різних форм організації пізнавальної діяльності учнів для ознайомлення з питаннями енергозбереження у процесі вивчення фізики.

Наші подальші дослідження будуть присвячені розробці системи навчальних блоків з енергозбереження (яку можна структурувати за розділами шкільного курсу фізики), а також із вивченням методичних особливостей їх використання у навчальному процесі з фізики.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Шарко В.Д. Екологічне виховання учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя / Валентина Дмитрівна Шарко. – К.: Рад. шк., 1990. – 207 с.
2. Турдикулов Э.А. Экологическое образование и воспитание учащихся в процессе обучения физике: Кн. для учителя / Эшбай Атакулович Турдикулов. – М.: Просвещение, 1988. – 126 с.
3. Шмалей С.В. Система екологічної освіти в загальноосвітній школі в процесі вивчення предметів природничо-наукового циклу: дис. ...доктора пед. наук: 13.00.01 / Світлана Вікторівна Шмалей. – К., 2005. – 479 с.
4. Шарко В.Д. Елективний курс як засіб формування екологічної компетентності учнів основної школи / В.Д. Шарко, Н.В. Куриленко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Вип. 99 (Серія: педагогічні науки) / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧНПУ, 2012. – С. 141-145.
5. Загота Л.А. Проблемне навчання фізики: посібник для вчителів / Л.А. Загота, О.І. Ляшенко. – К.: Рад. шк., 1985. – 96 с.
6. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе: Из опыта работы. Пособие для учителей / Радиогел Иванович Малафеев. – М.: Просвещение, 1980. – 127 с.
7. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій / [автор-укладач Н.П. Наволокова]. – Х.: Вид. група "Основа", 2012. – 176 с. – (Серія "Золота педагогічна скарбниця").
8. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе / Василий Григорьевич Разумовский. – М.: Просвещение, 1966. – 154 с.
9. Давиденко А.А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи) / Андрій Андрійович Давиденко. – Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2004. – 264 с.
10. Мислинська Н.Л. Реалізація принципу екологізації у навчанні фізики / Н.Л. Мислинська // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [ред. кол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – Вип. 18. – С.125 – 127.
11. Мінаєв Ю.П. Мова фізичних задач: навчальний посібник для студентів фізичного факультету / Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська. – Запоріжжя: ЗНУ, 2011. – 95 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Андрєєв Андрій Миколайович** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики її викладання Державного вищого навчального закладу "Запорізький національний університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

*Коло наукових інтересів:* теорія та методика навчання фізики у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах.

## РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

**Валентина БОГДАНОВИЧ, Валентина СВИРИДОВА,  
Михаил ДУБАСОВ**

*Для исследования радиоэлектронных схем разработан функциональный генератор, позволяющий формировать синусоидальные, треугольные и прямоугольные формы выходного сигнала с плавной регулировкой частоты на пяти дискретно переключаемых частотных диапазонах с частотными множителями  $1, 10, 10^2, 10^3, 10^4$ .*

*Function generator is designed to study the electronic schemes designed a function generator, allowing to form sinusoidal, triangular and rectangular forms of the output signal with continuous control frequency to five discrete switchable frequency ranges with frequency multipliers of  $1, 10, 10^2, 10^3, 10^4$ .*

Для практического исследования радиоэлектронных схем важным и необходимым оборудованием являются генераторы. Промышленные генераторы обладают качественными параметрами, но, как правило, это устройства узконаправленные, так как реализуют выходные сигналы определенной формы (например, только или прямоугольной, или треугольной, или синусоидальной). Для исследования радиоэлектронных схем в лабораторных условиях наиболее целесообразно иметь генератор, выполненный в едином конструктивном решении и способный вырабатывать сигналы как различных форм, так сигналы регулируемой частоты.