

## ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

equal subjects of educational activity, teach him to solve issues of organization, planning, control over its training activities, fostering independence, as a personal trait.

The article discusses the features of the organization of independent work of students in accordance with modern requirements and the learning environment, approaches of its efficient organization as an integral component in the educational environment.

Keywords: independent work, individual work, self-education, self-reliance, creative task, independent search.

### References:

1. Aleksyuk, A. (1998). *Pedahohika vyschoi osvity Ukrainy* [Pedagogy of Higher Education of Ukraine]. High School, Kyiv (in Ukr.).
2. Bulanova-Toporkova, M. (2002). *Pedagogika i psihologija vyshej shkoly* [Pedagogy and Psychology of high school]. Phoenix, Moscow (in Russ.).
3. Danilov, M. (1999). *Samostijna robota studentiv* [Independent work of students]. High School, Kyiv (in Ukr.).
4. Zhuravska, L. (1999). Conceptual condition management independent work of students in universities. *Osvita and upravlinnya* [Education and Management], vol. 3, no. 2 (in Ukr.).
5. Evdokimov, V. (2004). *Samostijna robota studentiv* [Independent work of students]. HDHU, Kharkiv (in Ukr.).
6. Kuzminskyy, A. (2005). *Pedahohika vyschoi shkoly* [Higher Education Pedagogy]. Knowledge, Kyiv (in Ukr.).
7. Moroz, A. (2001). Independent work of students. *Navchalnyy proces u vyschiiy pedahohichniy shkoli* [The educational process in higher educational school], 157 (in Ukr.).
8. Ortynsky, V. (2004). *Pedahohika vyschoi shkoly* [Higher Education Pedagogy]. Center textbooks, Kyiv (in Ukr.).
9. Dyachenko, M., Kandybovich, L., Kandybovich, S. (2004). *Psykhoholohiia vyschoi shkoly* [Higher School of Psychology]. Center textbooks, Kyiv (in Ukr.).
10. Fitsula, M. (2006). *Pedahohika vyschoi shkoly* [Higher Education Pedagogy]. Akademvydav, Kyiv (in Ukr.).



УДК 378.147:004.9

**О.С. Кшевецький**, к.ф.-м.н.,

Чернівецький торговельно-економічний інститут КНТЕУ,  
м. Чернівці,

**Ю.В. Литвинов**,

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. Сковороди,  
м. Харків

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПРЯМЛЯЧІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ**

*Анотація*

Описані деякі можливості застосування комп'ютерних засобів у навчальному експерименті на прикладі дослідження випрямлячів на основі напівпровідникових діодів. Зокрема, наведені дослідження одно- та двопівперіодних випрямлячів з використанням комп'ютерного вимірювального комплексу ІТМ та за допомогою моделювання в середовищі Multisim. Досліджено та проаналізовано фактори, що впливають на ККД однопівперіодного випрямляча. Досліджено

особливості використання у випрямлячах діодів різних типів. Описаний спосіб отримання ВАХ діодного моста. Проаналізований зв'язок між ВАХ компонентів випрямляча і часовими залежностями вхідних та вихідних напруг і струмів випрямляча. Наведене порівняння параметрів реальних діодів та відповідних їм віртуальних моделей середовища Multisim. В наведених експериментах використання комп'ютерного вимірювального комплексу ІТМ порівняно із звичайними вольтметрами та амперметрами дозволяє зменшити час, необхідний для проведення дослідів, а також підвищити їх інформативність.

Ключові слова: випрямляч, комп'ютерний вимірювальний комплекс, аналого-цифровий перетворювач, вольт-амперна характеристика, комп'ютерне моделювання.

**О.С. Кшевецкий**, к.ф.-м.н.,  
Черновицкий торгово-экономический институт КНТЭУ, г. Черновцы,  
**Ю.В. Литвинов**,  
Харьковский национальный педагогический университет им. Г. Сковороды,  
г. Харьков

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В УЧЕБНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ**

### *Аннотация*

Описаны некоторые возможности использования компьютерных средств в учебном эксперименте на примере исследования выпрямителей на основе полупроводниковых диодов. В частности, приведены исследования одно- и двухполупериодных выпрямителей с использованием компьютерного измерительного комплекса ИТМ и с помощью моделирования в среде Multisim. Исследованы и проанализированы факторы, влияющие на КПД однополупериодного выпрямителя. Исследованы особенности использования в выпрямителях диодов различных типов. Описан способ получения ВАХ диодного моста. Проанализирована связь между ВАХ компонентов выпрямителя и временными зависимостями входных и выходных напряжений и токов выпрямителя. Приведено сравнение параметров реальных диодов и соответствующих им виртуальных моделей среды Multisim. В приведенных экспериментах использование компьютерного измерительного комплекса ИТМ по сравнению с обычными вольтметрами и амперметрами позволяет уменьшить время, необходимое для проведения опытов, а также повысить их информативность.

Ключевые слова: выпрямитель, компьютерный измерительный комплекс, аналого-цифровой преобразователь, вольт-амперная характеристика, компьютерное моделирование.

**Постановка проблеми.** Розвиток науки і техніки сприяє модернізації матеріальної бази навчальних закладів. Навчальний процес збагачено новими засобами навчання: електронними підручниками, комп'ютерними засобами вимірювання фізичних величин, комп'ютеризованими лабораторними установками тощо. Комп'ютерні засоби дають можливість суттєво збільшити кількість дослідів, що проводяться в навчальному процесі, збільшити їх інформативність.

Широкого розповсюдження набули комп'ютерні вимірювальні комплекси [1-6]. Основою вимірювального комплексу є електронний блок, в якому

розташовано аналого-цифровий перетворювач та мікро-ЕОМ. До електронного блоку можна підключати датчики вимірювання фізичних величин. Зазвичай вимірювальний комплекс підключається до комп'ютера і використовує його обчислювальні можливості та периферійні пристрої [5]. Сьогодні випускається декілька моделей вимірювальних комплексів і важливим напрямком роботи фахівців є розробка методичної складової проведення навчального експерименту з допомогою вказаних засобів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інформаційні джерела з даної тематики висвітлюють питання, що пов'язані із будовою та особливостями використання комп'ютерних вимірювальних комплексів [1-6], а також питання, що пов'язані з комп'ютерним моделюванням реальних приладів (компонентів) та схем [6-10]. Зокрема, в публікації [1] описані особливості використання сучасних комп'ютерних засобів та програмних продуктів при викладанні інженерно-технічних дисциплін, а навчальний посібник [7] містить основні відомості про систему схемотехнічного моделювання Electronics Workbench, рекомендації щодо технології підготовки та створення електронних схем, завдання до 20 лабораторних робіт.

**Формулювання цілей статті й аргументування їх актуальності.** Автори статті пропонують свої здобутки, отримані в результаті постановки лабораторних робіт з вивчення напівпровідникових випрямлячів (одно- та двопівперіодних). Також описаний спосіб отримання вольт-амперної характеристики напівпровідникового діодного моста. Стаття може бути корисною не тільки викладачам, що мають у своєму розпорядженні вимірювальний комплекс, а й тим, хто має можливість завантажувати записані досліди з мережі Інтернет та працювати з записами. Від відеофільмів останні відрізняються тим, що у користувача є доступ до даних реальних вимірювань, які можуть бути використані для постановки і вирішення навчальних завдань. Зазначимо, що рекомендації можна використовувати при постановці лабораторних робіт або демонстрацій. Сьогодні в навчальному процесі широко застосовується комп'ютерне моделювання реальних приладів (компонентів) та схем [6-10]. У зв'язку з цим у статті наведено кілька прикладів порівняння результатів реальних експериментів (отриманих за допомогою комп'ютерного вимірювального комплексу ІТМ) та відповідних теоретичних результатів, що отримані за допомогою комп'ютерного моделювання в програмі Multisim.

**Виклад основного матеріалу.** У дослідженнях використано:

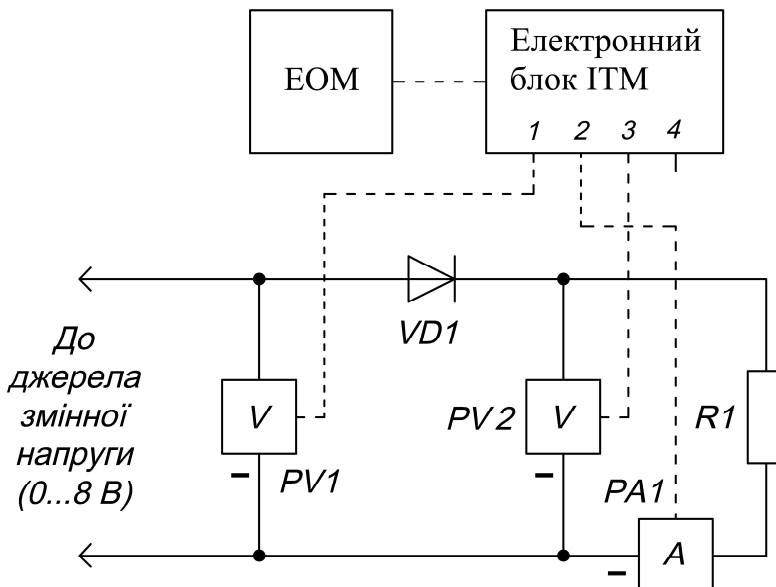
1. Комп'ютер.
2. Звуковий генератор або програмний генератор звукових сигналів, що використовує вихід звукової карти.
3. Підсилювач.

4. Елементи базового комплекту „Фізика”: а) електронний блок; б) датчик напруги 12 В; в) датчик напруги 12 В; г) датчик напруги 2,5 В; д) датчик сили струму 100 мА.

5. Елементи набору „Електрика”: а) панель з клемми; б) напівпровідникові діоди; в) конденсатор; г) резистори; д) понижуючий трансформатор.

*Дослідження однопівперіодного випрямляча*

Підключіть датчики до входів електронного блоку згідно з рис. 1. Запустіть програму „ITMlab”, виберіть режим „Робота з вимірювальним приладом” та задайте налагодження вимірювального комплексу: період вимірювання – 200 мкс, час вимірювання – 200 мс. Частота генератора – від 10 Гц до 50 Гц. Розташуйте вікна відтворення даних вимірювання в порядку, вказаному на рис. 2. Верхній графік відображає параметри вхідного сигналу (синусоїда частотою 50 Гц). На середньому графіку відтворюються дані другого датчика напруги (напруга на навантаженні). Нижній графік – струм через навантаження. За графіками зручніше вимірювати не частоту, а період коливань, оскільки всі графіки побудовані у часі. Наводячи курсор у будь-яку точку, по горизонтальній осі можна визначити час, а по вертикальній – амплітуду сигналу у відповідних одиницях виміру. Зберіть установку за схемою, як показано на рис. 1. Зверніть увагу на полярність підключення датчиків. Всі клеми, позначені „-”, з’єднано в одній точці. Справа у тому, що всі датчики мають спільний „-”, і цей факт потрібно враховувати під час складання схем.

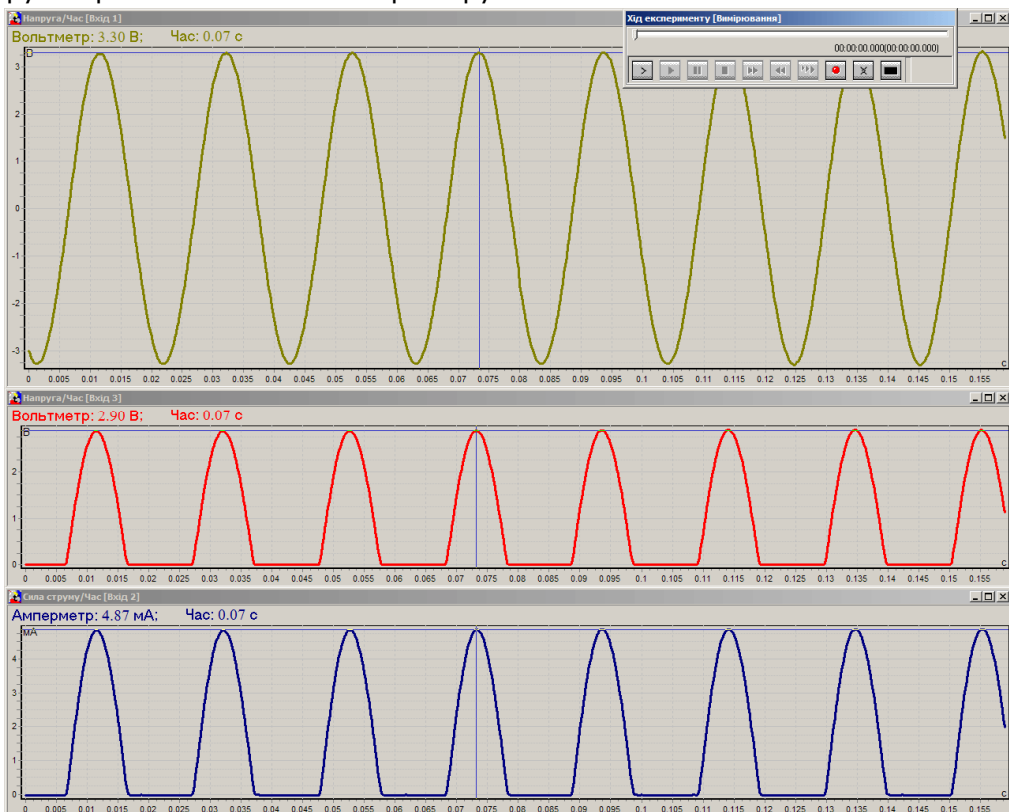


*Рис. 1. Схема установки для дослідження однопівперіодного випрямляча*

## ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Натисніть екранну кнопку „Вимірювання”. На екрані з’являться результати вимірювань датчиків у вигляді трьох графіків. Якщо амплітуда сигналу надто велика – синусоїда буде обмеженою. Мала ж амплітуда сигналу не відкриє р-п перехід. Для вивчення особливостей роботи діодів у випрямлячах особливий інтерес представляє ситуація, коли амплітуди напруг на вході та на виході випрямляча будуть сумірними з амплітудою напруги на діоді(ах) (приблизно від 1 В до 8 В).

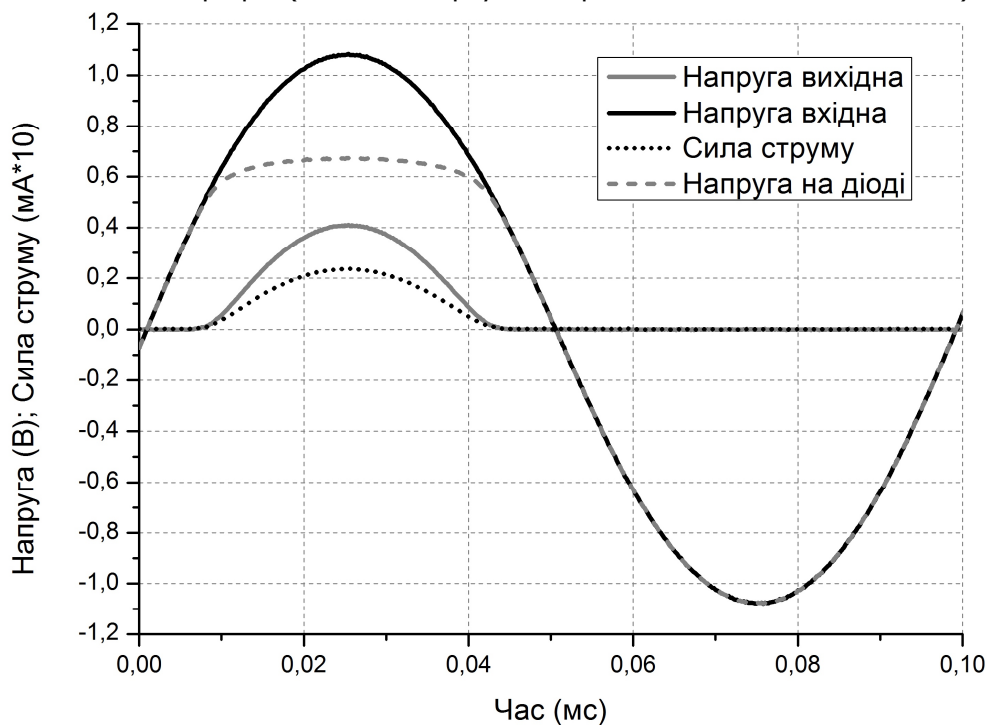
На рис. 2 показано графіки залежностей вхідної, випрямленої напруги та сили струму через навантаження від часу. З графіків видно, що вхідна напруга змінюється у межах  $\pm 3,3$  В. Максимальна пряма напруга на навантаженні – 2,9 В. Різниця  $3,3$  В –  $2,9$  В =  $0,4$  В – це падіння напруги на діоді у прямому напрямку. При зворотному півперіоді вхідного сигналу напруга на навантаженні відсутня. Максимальний струм у навантаженні – 4,87 мА. Напруга і струм на активному навантаженні збігаються за фазою. Під час дії зворотної півхвилі вхідної напруги напруга на навантаженні та струм через навантаження не реєструються.



*Рис. 2. Експериментальні графіки залежності вхідної, випрямленої напруги та сили струму через навантаження від часу для однопівперіодного випрямляча*

Форму напруги на діоді можна виміряти з допомогою одного з вольтметрів. Другий вольтметр та датчик струму при цьому слід відключити. На графіку відобразиться від'ємна півхвиля напруги на закритому діоді та пряме падіння напруги на відкритому діоді. По-іншому форму напруги на діоді можна отримати шляхом розрахунку. Для цього потрібно експортувати експериментальні дані до електронних таблиць Excel і далі відняти від вхідної напруги вихідну напругу.

На рис. 3 наведений приклад експериментальних залежностей напруг та струму від часу в однопівперіодного випрямляча на основі діода 1N4148, що зведені на один графік (після експорту експериментальних даних в Excel).



*Рис. 3. Експериментальні залежності напруг та струму від часу у однопівперіодного випрямляча (діод – 1N4148, R1 – 180 Ом)*

На рис. 4 наведені теоретичні залежності напруг та струму від часу в аналогічного однопівперіодного випрямляча на основі діода 1N4148, які отримані моделюванням у програмі Multisim 11. Графіки побудовані за допомогою вмонтованого в програму редактора для відображення графіків. Для розрахунків використовувались стандартні для даної програми параметри моделі діода 1N4148. Експериментальні та теоретичні графіки дещо відрізняються, що пояснюється відмінністю між параметрами реального діода 1N4148 та параметрами його віртуальної моделі [2].

## ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Зауважимо, що за даними вимірювань (після їх експорту до електронних таблиць Excel) можна визначити опір навантаження, роботу і потужність, що розсіюється на навантаженні, а також коефіцієнт корисної дії випрямляча. Для визначення ККД в Excel необхідно спочатку обчислити «миттєві» (інтервал 200 мкс) роботи на вході та виході випрямляча, далі просумувати отримані дані за необхідний достатній інтервал часу, і на завершення розділити значення сумарної роботи на виході випрямляча на значення сумарної роботи на вході випрямляча.

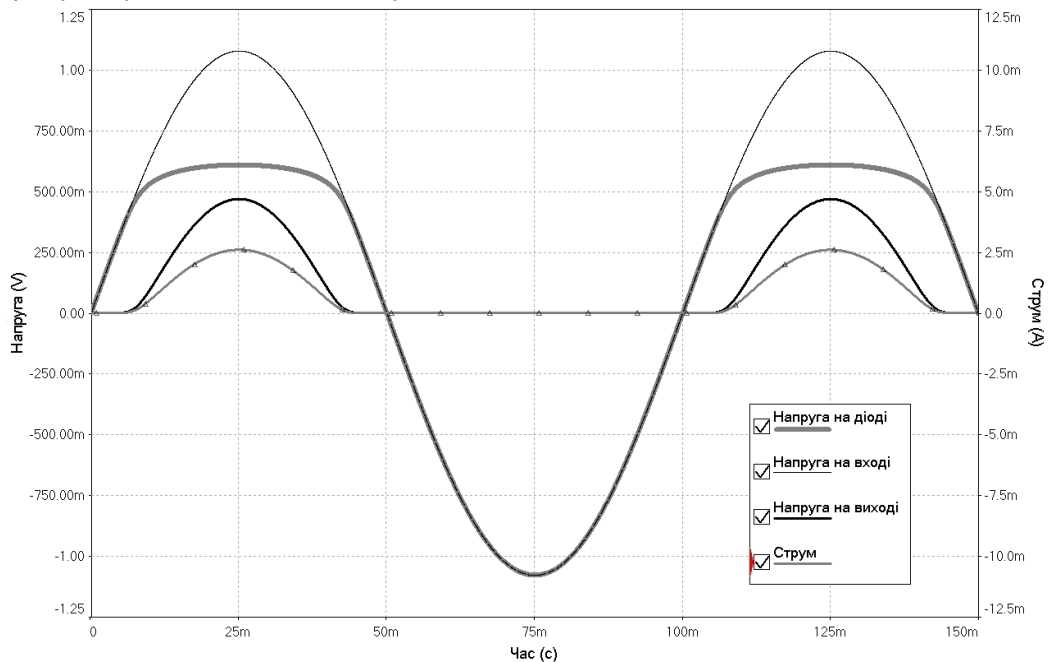
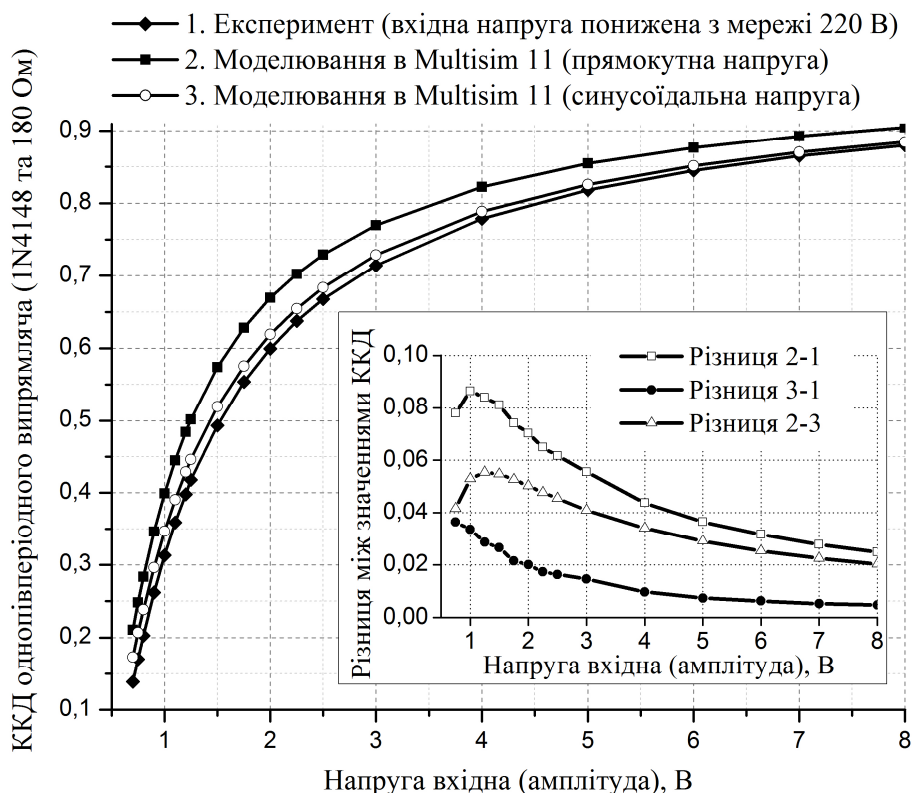


Рис. 4. Залежності напруг та струму від часу для однопівперіодного випрямляча (діод – 1N4148; моделювання Multisim 11.0)

На рис. 5 наведені результати дослідження ККД однопівперіодного випрямляча на основі діода 1N4148 (R1 180 Ом). З графіків слідує, що ККД випрямляча зростає при збільшенні вхідної напруги та суттєво зменшується при зменшенні вхідної напруги близько до значення напруги «відкриття» діода. На рисунку наведені також результати визначення ККД випрямляча за результатами моделювання в програмі Multisim 11. Методика визначення ККД за результатами моделювання аналогічна до методики визначення ККД за експериментальними даними. Експериментальна та теоретична (моделювання в програмі Multisim 11) залежності ККД від амплітуди вхідної напруги дещо відрізняються. Це пояснюється деякою відмінністю експериментальної ВАХ конкретного діода 1N4148 від теоретичної ВАХ діодів 1N4148 (отримується за допомогою моделювання в програмі Multisim 11 на

основі закладених у програмі параметрів моделі цих діодів) [2], а також відмінністю форм вхідної напруги в експерименті (використовувалась вхідна змінна напруга, близька до синусоїдної, що отримувалась за допомогою понижуючого трансформатора, підключеного до мережі 220 В, 50 Гц) та при моделюванні (використовувалась синусоїдна напруга).



*Рис. 5. Результати дослідження ККД однопівперіодного випрямляча*

З наведених вище результатів можна зробити висновок, що ККД напівпровідникового однопівперіодного випрямляча залежить від параметрів (ВАХ) діода, форми та амплітуди вхідної змінної напруги.

#### *Дослідження двопівперіодного випрямляча*

У зв'язку з тим, що всі датчики мають спільний „-“ для дослідження двопівперіодного випрямляча, застосовувались дві схеми, що зображені на рисунках 6, 7. За наявності датчиків з гальванічною розв'язкою можна використовувати одну схему з датчиками, підключеними до входу і виходу випрямляча одночасно. В навчальних цілях для дослідження особливостей використання кремнієвих та германієвих діодів у схемах на рисунках 6, 7 використовується «асиметричний» діодний міст з двома германієвими діодами Д7Б та двома кремнієвими діодами 1N4148.



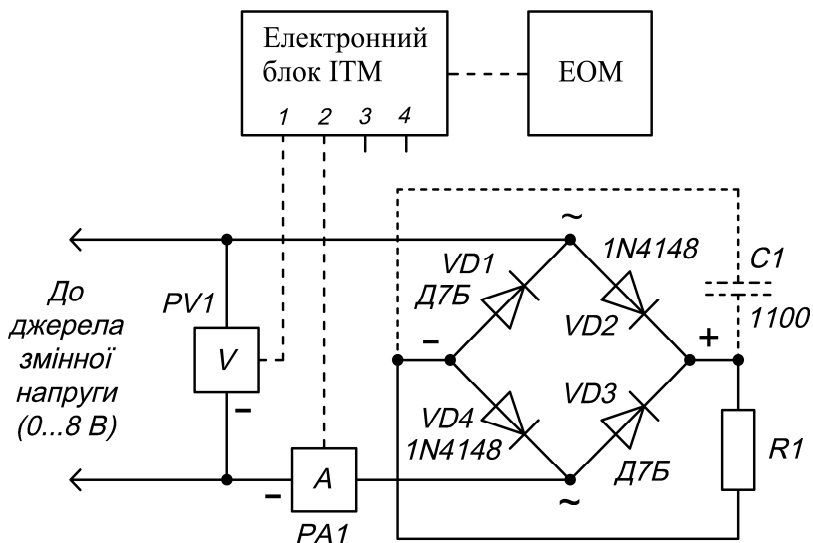


Рис. 6. Схема установки для дослідження двопівперіодного випрямляча (вимірювальні прилади – на вході)

Для можливості сумісного аналізу результатів роботи обох схем необхідно, щоб в обох випадках випрямляч працював в однакових умовах (вхідна напруга, сукупний опір навантаження, температура). Наприклад, сума внутрішнього опору амперметра  $PA1$  та опору резистора  $R1$  в схемах на рисунках 6 і 7 повинна бути однаковою.

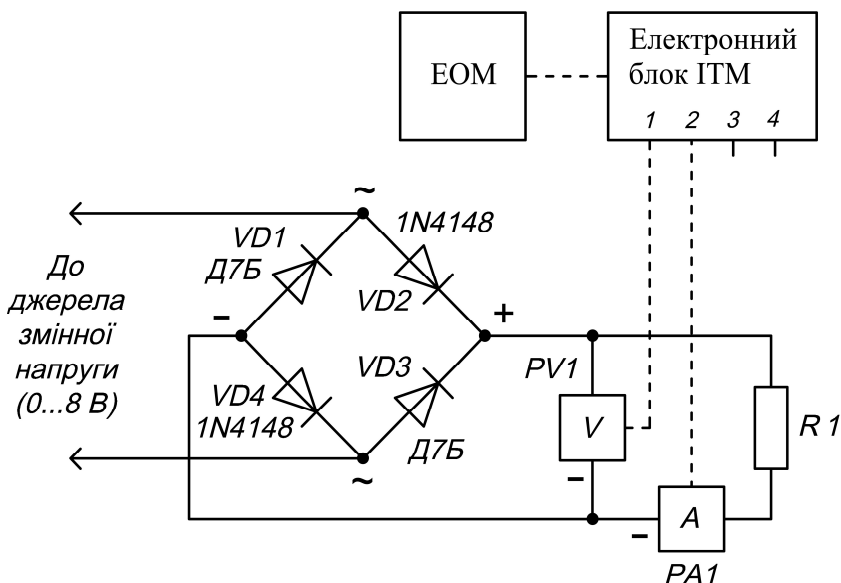


Рис. 7. Схема установки для дослідження двопівперіодного випрямляча (вимірювальні прилади – на виході)

На рис. 8 наведені експериментальні залежності вхідних та вихідних напруг та струмів від часу двопівперіодного випрямляча з «асиметричним» діодним містком. Експериментальні дані для графіків отримані за допомогою схем, що зображені на рисунках 6, 7. Амплітуда вхідної напруги вибрана приблизно 1,5 В для ілюстрації відмінностей у застосуванні різних типів діодів. Сукупний опір навантаження в обох випадках становив приблизно 85 Ом. Модуль максимального значення сили струму на вході та на виході випрямляча за таких умов становив приблизно 9,53 мА.

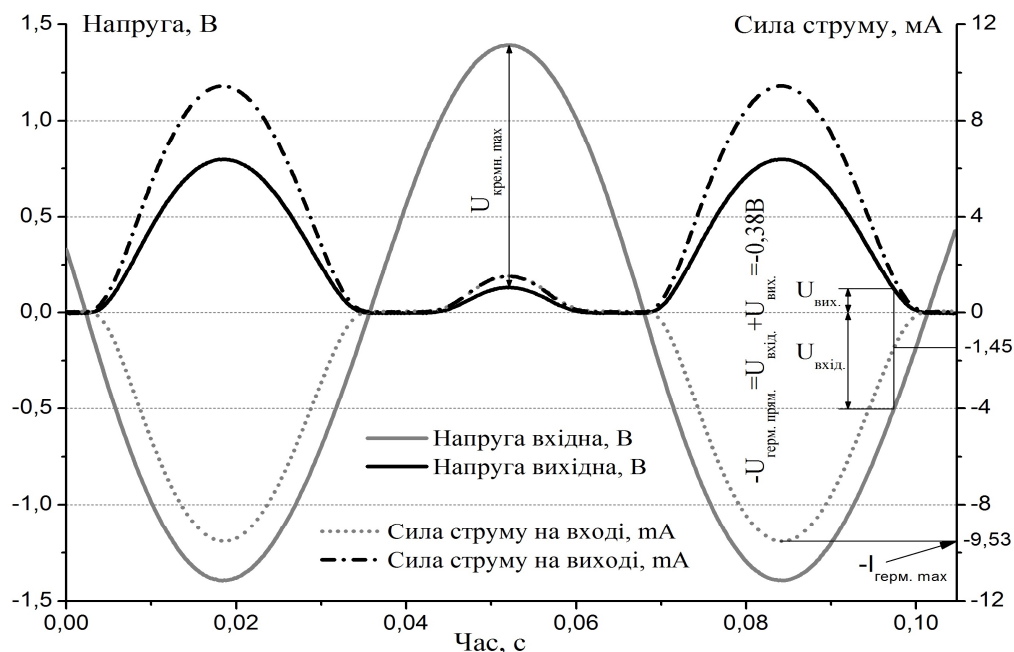


Рис. 8. Експериментальні залежності вхідних та вихідних напруг і струмів від часу двопівперіодного випрямляча з асиметричним діодним містком

Проаналізуємо зв'язок між наведеними на рис. 8 графіками та ВАХ діодного містка з 2-х германієвих та 2-х кремнієвих діодів. На рисунку 9 наведена схема для отримання ВАХ діодного містка. Резистор R1 служить для обмеження струму через діоди. В програмі „ITMlab” за замовчуванням вимірювальні величини виводяться на графіки у залежності від часу. Для отримання залежності струму через діоди діодного містка від напруги, що прикладена до них, необхідно змінити відповідні налагодження. Тоді можна отримати ВАХ діодного містка, аналогічну до наведеної на рисунку 10. Напруга в джерелі напруги, що плавно змінюється (рис. 9), змінювалась досить повільно, так що вольт-амперні характеристики в обох напрямках зміни напруги приблизно збігались (ємність діодів у даному випадку суттєво не впливає на роботу схеми і тому її можна не розглядати).

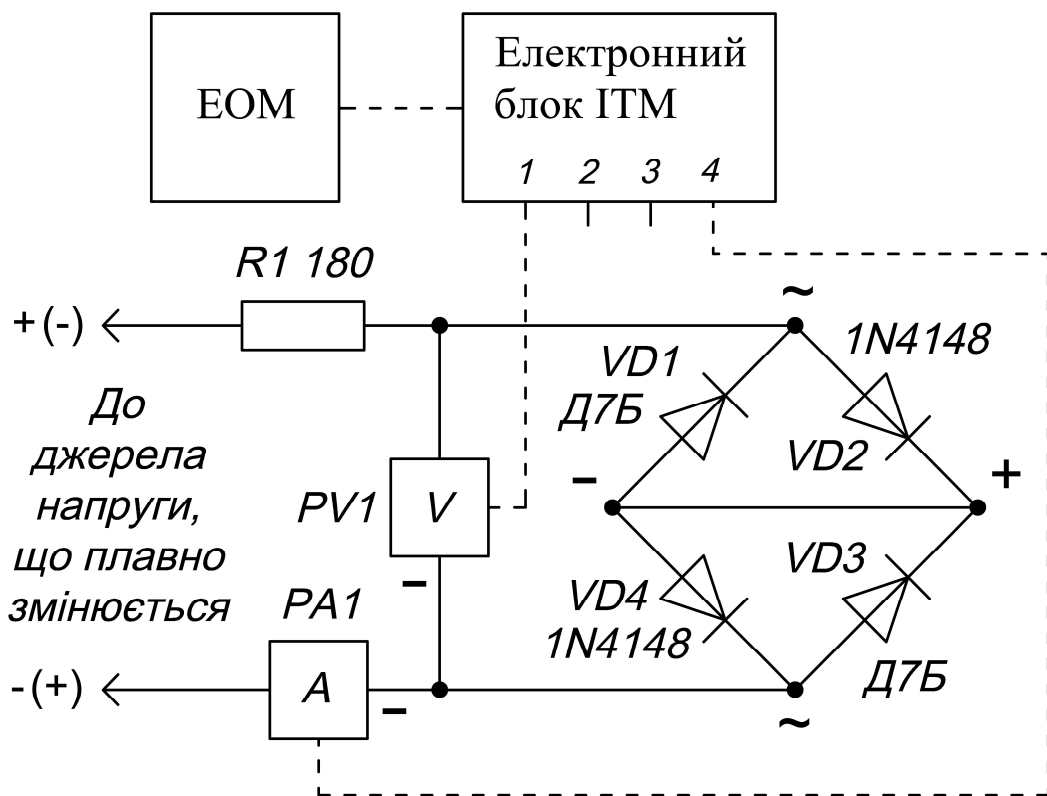
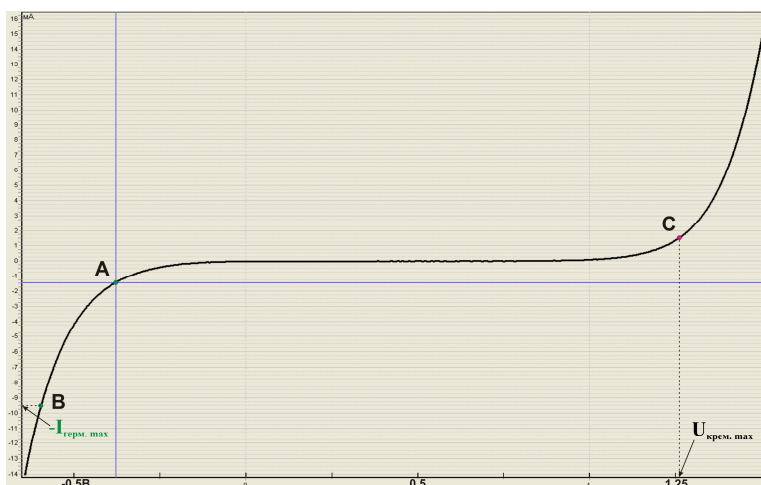


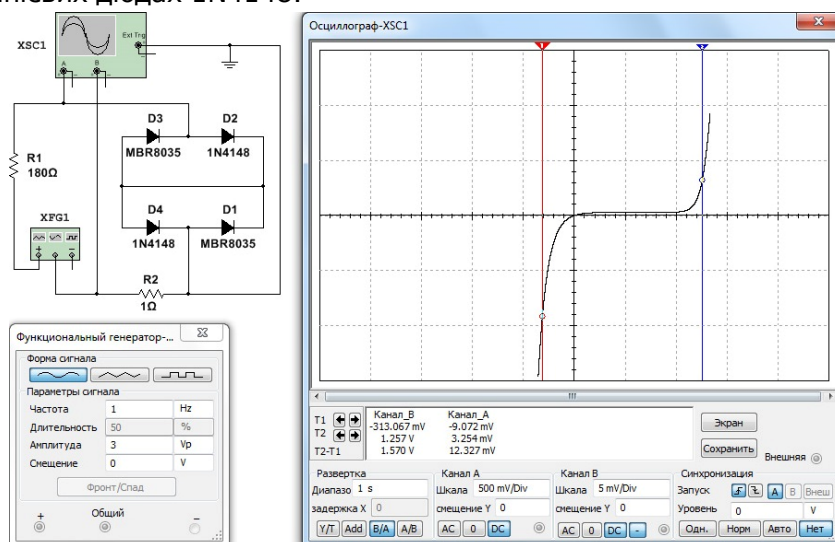
Рис. 9. Схема для отримання ВАХ діодного містка

У точці А на ВАХ діодного містка (рис. 10) сила струму через діодний міст становить  $-1,45$  мА при напрузі відповідно  $-0,38$  В. При цьому германієві діоди відкриті, а кремнієві – закриті. Момент часу, коли «працює» дана робоча точка ВАХ діодного містка (момент часу  $0,0974$  с на рис. 8 відповідає т. А на рис. 10) у загальній (повній) схемі випрямляча (рис. 6, 7), відображений та проаналізований у правій частині рисунка 8. З рис. 8 видно, що модуль вихідної напруги менший за модуль вхідної напруги на модуль падіння напруги на діодному містку. Точка В на ВАХ відповідає на рис. 8 максимальним значенням по модулю вхідної напруги у від'ємній півхвилі та струму на виході, коли відкриті германієві діоди. Точка С на ВАХ відповідає на рис. 8 максимальним значенням вхідної напруги у додатній півхвилі та вхідного і вихідного струмів, коли відкриті кремнієві діоди. Під час додатної півхвилі вхідної напруги вхідний та вихідний струми збігаються за величиною і за напрямком. В даному аналізі незначний струм через закриті діоди і реактивні значення опорів елементів схеми мало суттєві і тому не розглядаються. Таким чином робота даного випрямляча відповідає інтервалу на ВАХ від точки В до точки С.



*Рис. 10. Приклад експериментальної ВАХ «асиметричного» діодного містка (2 германієвих діода Д7Б та 2 кремнієвих діода 1N4148)*

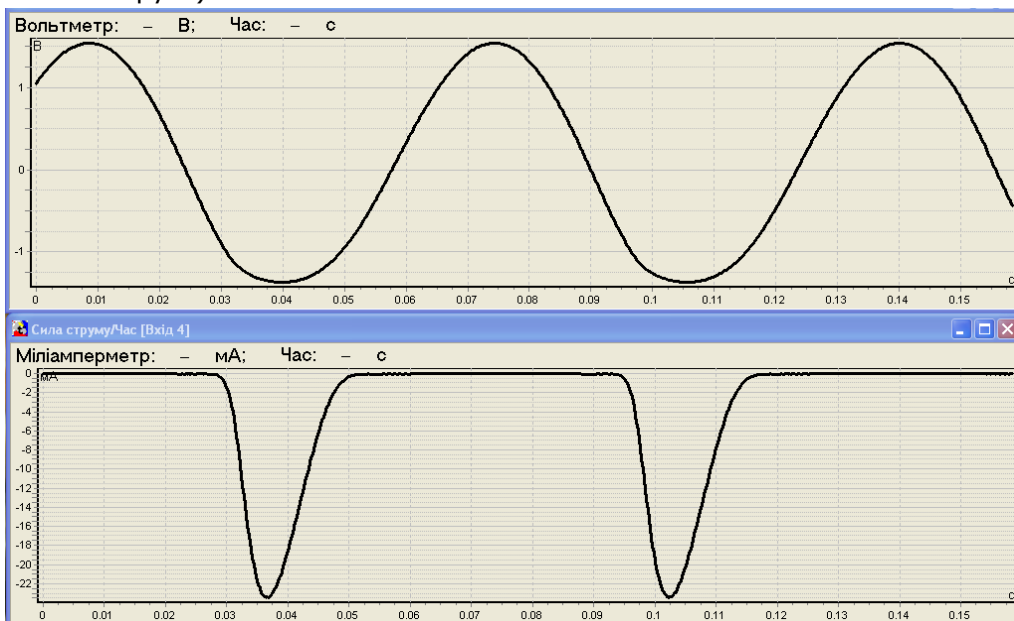
Для порівняння експериментальних даних з теоретичними даними подібну ВАХ діодного містка можна отримати моделюванням у програмі Multisim 12. На рис. 11 наведений спосіб отримання теоретичної вольт-амперної характеристики діодного містка за допомогою моделювання в Multisim 12. У даному прикладі зворотній струм діодів MBR8035 досить суттєвий і це відображається на ВАХ. На осцилограмі справа помітне зміщення графіку вгору від нульового значення сили струму, при незначних прямих напругах на кремнієвих діодах 1N4148.



*Рис. 11. Спосіб отримання вольт-амперної характеристики діодного містка за допомогою моделювання в Multisim 12*

## ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Комп'ютерний вимірювальний комплекс можна використати також і для інших досліджень. Як приклад, на рис. 12 наведені результати дослідження двопівперіодного напівпровідникового випрямляча з підключеним на виході згладжуючим конденсатором (рис. 6). На рис. 6 конденсатор показаний пунктиром. На верхньому графіку (рис. 12) відображена залежність вхідної напруги від часу, а на нижньому – залежність сили струму на вході від часу. З графіків видно, що при невеликих напругах (близько 1,5 В) конденсатор заряджається тільки через германієві діоди під час від'ємної півхвилі. „Спотворення” синусоїди на залежності вхідної напруги від часу у від'ємних півхвилях пов'язане з попереднім фактом та з наявністю суттєвого вихідного опору генератора (джерела змінної напруги).



*Рис. 12. Залежності напруги та струму на вході двопівперіодного випрямляча із згладжуючим конденсатором на виході*

Стосовно експериментальної частини даної роботи ми зосереджуємо увагу читача лише на деяких результатах вимірювань та можливостях застосування комп'ютерного вимірювального комплексу.

Технічні питання з налагодження та можливостей приладу не можуть бути розглянуті у межах статті, користувачі ж приладу можуть отримати таку інформацію з інструкції, яка надається до приладу, або скористуватися консультаціями центру технічної підтримки. Для тих, хто використовуватиме записи експерименту, така інформація буде зайвою.

Для демонстрування отриманих результатів даних можна використати мультимедійний проектор. Щоб забезпечити видимість і зосередити увагу на даних експерименту, збільшіть потрібну ділянку графіку. При наведенні курсору на певну ділянку графіку, у верхньому куті його поля відобразяться значення параметрів у цифровому вигляді. У такий спосіб отримують дані для обчислень, постановки експериментальних задач. Дані вимірювань у супроводі текстового файлу пояснень легко передаються у мережі Інтернет і можуть складати основу для експериментальної складової курсів дистанційного навчання з природничих дисциплін.

**Висновки:**

1. У роботі наведені приклади дослідження однопівперіодного та двопівперіодного випрямлячів для навчального процесу за допомогою комп'ютерного вимірювального комплексу ITM та порівняння отриманих результатів з результатами моделювання роботи подібних випрямлячів у програмі Multisim.

2. Проаналізовані фактори, що впливають на ККД напівпровідникового однопівперіодного випрямляча.

3. Для ілюстрації особливостей роботи різних типів діодів наведений приклад дослідження «асиметричного» діодного містка при вхідних напругах, близьких до сумарного спаду напруги на відкритих діодах, а також співставлення ВАХ діодного містка та залежностей вхідних і вихідних напруг та струмів від часу.

4. Використання комп'ютерного вимірювального комплексу ITM в наведених навчальних експериментах дозволяє зменшити час, необхідний для проведення дослідів, а також підвищити їх інформативність. Записи цих експериментів можуть використовуватися у дистанційному навчанні. Тому актуальним є завдання подальшої розробки відповідної методичної складової проведення навчальних експериментів.

**Список використаних джерел:**

1. Кшевецький О. С. Особливості використання сучасних комп'ютерних засобів та програмних продуктів при викладанні інженерно-технічних дисциплін / О. С. Кшевецький, Н. С. Канут, Ю. В. Литвинов // Методичні аспекти використання інформаційних систем підтримки прийняття рішень при розв'язуванні задач економіко-математичного моделювання : матеріали міжвуз. наук.-метод. семінару, Чернівці, 24-25 жовтня 2013 р. – Чернівці : ЧТЕІ КНТЕУ, 2013. – С. 52-56.

2. Кшевецький О. С. Комп'ютерні засоби в навчальному експерименті з фізики / О. С. Кшевецький, Ю. В. Литвинов // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. – Чернівці, 2012. – Вип. 3. – С. 353-363.

3. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием [Текст] / В. В. Денисенко. – М. : Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.

4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://efizika.org.ua>

5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.itm.com.ua](http://www.itm.com.ua)

6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.ni.com](http://www.ni.com)
7. Дейбук В. Г. Віртуальна електронна лабораторія [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. Г. Дейбук, І. В. Ткаченко ; Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : ЧНУ, 2013. – 219 с.
8. Кучеренко М. Є. Комп'ютерні технології в електроніці та електротехніці. Навчально-методичний посібник [Текст] / М. Є. Кучеренко, А. А. Щерба. – К. : "Видавництво "Політехніка"" НТУУ "КПІ", 2003. – 50 с.
9. Марченко А. Л. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim. Учебное пособие для вузов [Текст] / А. Л. Марченко, С. В. Освальд. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 448 с.
10. Сохатюк Ю. В. Использование виртуальных лабораторий – фактор повышения качества и эффективности формирования профессиональных компетенций у студентов [Текст] / Ю. В. Сохатюк // Педагогика: традиции и инновации: материалы междунар. науч. конф. (г. Челябинск, октябрь 2011 г.). Т. II. – Челябинск : Два комсомольца, 2011. – С. 146-150.

**Oleh Kshevetsky**, Candidate of Physic and Mathematic Sciences,  
Chernivtsi Trade and Economics Institute of KNTEU, Chernivtsi  
**Yuriy Lytvynov**,  
H. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv

## **RESEARCH OF RECTIFIERS IN EDUCATIONAL EXPERIMENT WITH THE USE OF COMPUTER MEANS**

### *Annotation*

Some of the possibilities of using computer tools in the learning experiment as an example of research rectifier based on semiconductor diodes are described. In particular, the study shows half-wave and full-wave rectifiers using computer measuring complex ITM and using modeling in Multisim. The factors influencing the efficiency of half-wave rectifier are investigated and analyzed. The features used in rectifier diodes of different types. Described a method for producing BAX diode bridge are investigated. the relationship between the components of the VAC rectifier and temporal dependencies of input and output voltages and currents of the rectifier are analyzed. The comparison of parameters of real diodes and the corresponding virtual Multisim environment models ic conducted. In these experiments, the use of computer measuring complex ITM compared to conventional voltmeter and ammeter can reduce the time needed to conduct experiments, as well as improve their informativeness.

**Keywords:** straightener, computerized measuring system, analog-to-digital converter, current-voltage characteristics, the computer simulation.

### **References:**

1. Kshevetsky, O.S., Kanut, N.S., Lytvynov, Yu.V. (2013). Features of use modern of computer means and of software products in teaching engineering and technical disciplines. *Metodychni aspekty vykorystannya informatsiynykh system pidtrymky pryynyattya rishen' pry rozv'yazuvanni zadach ekonomiko-matematychnoho modelyuvannya. Materialy mizhvuziv'skoho naukovy-metodychnoho seminaru* [Methodological aspects of using of information of decision support systems while solving problems. Materials interuniversity scientific-methodical seminar]. Chernivtsi, Ukraine, 24-25 October 2013, pp. 52-56 (in Ukr.).
2. Kshevetsky, O.S., Lytvynov, Yu.V. (2012). Computer means in an educational experiment in physics. *Visnyk Chernivets'koho torhovel'no-ekonomichnoho instytutu KNTEU [Bulletin of Chernivtsi Trade and Economic Institute KNTEU]*, vol. 3, pp. 353–363 (in Ukr.).

3. Denisenko, V.V. (2009). *Komp'yuternoe upravlenie tekhnologicheskim protsessom, eksperimentom, oborudovaniem* [Computer control technological process, experiment, equipment]. Hotline-Telecom, Moscow, 608 p. (in Russ.).
4. Available at: <http://efizika.org.ua>
5. Available at: [www.itm.com.ua](http://www.itm.com.ua)
6. Available at: [www.ni.com](http://www.ni.com)
7. Deybuk, V.H., Tkachenko, I.V. (2013). *Virtual'na elektronna laboratoriya* [Virtual Electronic Laboratory]. ChNU, Chernivtsi, 219 p. (in Ukr.).
8. Kucherenko, M.Ye., Shcherba, A.A. (2003) *Komp'yuterni tekhnolohiyi v elektronitsi ta elektrotekhnitsi* [Computer technology in electronics and electrical engineering]. Publisher "Politehnica", Kyiv, 50 p. (in Ukr.).
9. Marchenko, A.L. (2010). *Laboratornyy praktikum po elektrotekhnike i elektronike v srede Multisim* [Laboratory practice of Electrical and Electronics in Multisim environment]. DMK Press, Moscow, 448 p. (in Russ.).
10. Sokhatyuk, Yu.V. (2011). The use of virtual laboratories – a factor in increasing the quality and efficiency of formation of professional competencies in students. *Pedagogika: traditsii i innovatsii: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Pedagogy: Tradition and Innovation: Proceedings of the International Conference]. Chelyabinsk, Russia, 24-25 October 2011, pp. 146-150 (in Russ.).



УДК 66.011 + 37.013.2

**А.О. Федоров, к.х.н., В.О. Пенюк,**

Чернівецький торговельно-економічний інститут КНТЕУ,  
м. Чернівці

## **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПСИХОЛОГО-ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ПІДХОДУ ВИКЛАДАЧА ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ТОРГОВЕЛЬНОМУ ВНЗ**

*Анотація*

Зроблено обґрунтування використання моделей у педагогічних процесах, процедури моделювання на психологічному рівні. Використаний прийом моделювання викладання у ВНЗ на психолого-педагогічному рівні та оцінки його ефективності. Запропонована модель психолого-диференційованого підходу для формування професійного інтересу студентів при вивченні хімічних дисциплін у торговельному вузі. На основі аналізу наукових публікацій показано, що психолого-педагогічні явища відносяться до випадкових. Акцентовано на необхідності використання в психолого-педагогічних системах регресійного аналізу для виявлення в них певних тенденцій. В результаті апробації педагогічного експерименту показано, що вибраний підхід до студентів при викладанні хімічних дисциплін у торговельному ВНЗ може бути більш ефективним, ніж традиційний.

**Ключові слова:** психолого-педагогічна система, педагогічний експеримент, апробація, моделювання, модель навчання, диференційований підхід, викладання, торговельний вуз, шкали вимірювання, сукупні числові характеристики, вектор безумовних середніх арифметичних значень, функціональні характеристики, випадкові явища, педагогічні дослідження, педагогічні явища, критерій Аббе, критерій Фішера, регресійний аналіз.