

Разработана структурная схема системы управления технологическим процессом производства твердого биотоплива. Созданы имитационные модели режимов работы и определены основные характеристики разработки.

Дозатор, твердое биотопливо, производительность, влажность, дисперсия, имитационная модель, скорость электродвигателя.

The block diagram of a process control system of production of solid biofuels are created simulations of basic modes of operation and the main features of development.

Dispenser, solid biofuel, performance, humidity, variance, simulation model, the motor speed.

УДК 621.3.067

АНАЛІЗ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНИМ КЕРУВАННЯМ

***І.М. Голодний, кандидат технічних наук
Національний університет***

біоресурсів і природокористування України

О.В. Санченко, викладач

ВП НУБіП України "Немішаївський агротехнічний коледж"

На моделі в MatLab проведено аналіз спектрального складу вихідної напруги напівпровідникового перетворювача з широтно-імпульсним керуванням при різній несучій частоті.

Вищі гармоніки, перетворювачі напруги, спектральний аналіз, моделі в системі MatLab

Відомо, що напівпровідникові перетворювачі напруги генерують у мережу живлення імпульси напруги та вищі гармоніки. Деякі показники якості електроенергії мають перетворювачі напруги з широтно-імпульсним керуванням і особливо ті, які мають високу несучу частоту, тобто частоту комутації силових електронних елементів. При цьому вищі гармоніки генеруються кратними несучій частоті, але із збільшенням частоти комутації зростають і втрати в напівпровідниковому приладі [1]. Для підтвердження цього положення на комп'ютерній моделі перетворювача проведено порівняльний аналіз спектрального складу вихідної напруги (напруги на навантаженні) при різній несучій частоті.

Мета досліджень – покращення якості гармонічного складу вихідної напруги напівпровідникового перетворювача.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження напівпровідникового перетворювача напруги з широтно-імпульсним керуванням прово-

дилися з використанням положень теорії електричних кіл синусоїдального і несинусоїдального періодичного струму та комп'ютерного моделювання в системі MatLab.

Результати досліджень. Дослідження проводились на моделі в MatLab напівпровідникового перетворювача напруги з широтно-імпульсним керуванням (рис.1).

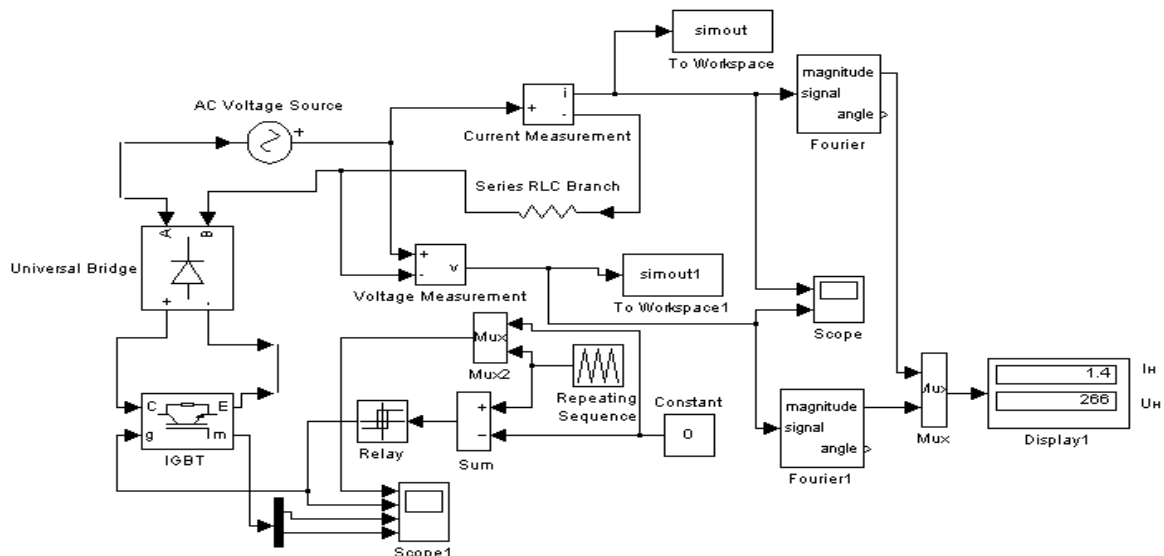


Рис. 1. Модель напівпровідникового перетворювача з широтно-імпульсним керуванням

До складу силового блока перетворювача входить діодний міст Universal Bridges, у діагональ змінної напруги якого послідовно ввімкнено джерело змінної напруги AC Voltage Source та активне навантаження Series RLC Branch. У діагональ постійної напруги увімкнений силовий транзистор IGBT, який виконує роль ключа для вмикання і вимикання силового кола.

Вікна налаштування параметрів блоків діодного мосту Universal Bridges і транзистора IGBT наведено на рис. 2.

Активний опір у навантаженні становить 190 Ом, параметри однофазного джерела синусоїдальної напруги такі:

- амплітуда напруги – 530 В;
- частота струму – 50 Гц.

Модель схеми керування транзистором перетворювача напруги реалізована відповідно до функціональної схеми керування широтно-імпульсного перетворювача і складається з блоків Repeating Sequence, Constant, Sum, Relay. Блок Repeating Sequence реалізує генератор пилкоподібної напруги з амплітудою 2 В і періодом $T_0 = 0,002$ с ($f_0 = 500$ Гц), при цьому пилка симетрична відносно нульового значення (рис. 3, а). Релейний блок Relay створює релейну нелінійність. Вихідний сигнал з блока може приймати два значення. Одне з них відповідає ввімкненому стану реле, друге – вимкненому. Вихідні імпульси з блока Relay (рис. 3, б) надходять на керуючий вхід "g" транзистора.

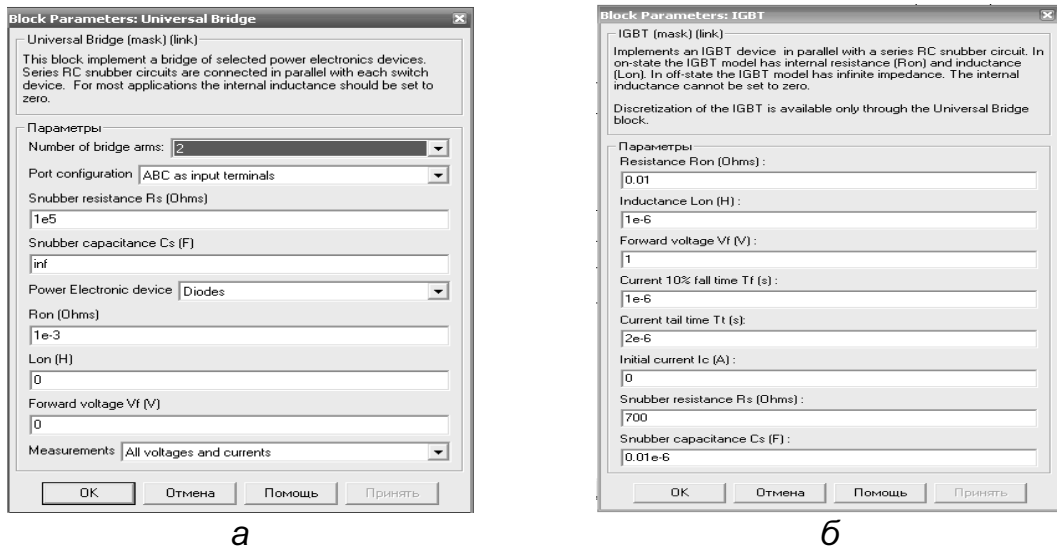


Рис. 2. Вікна настроювання параметрів діодного мосту (а) та транзистора (б)

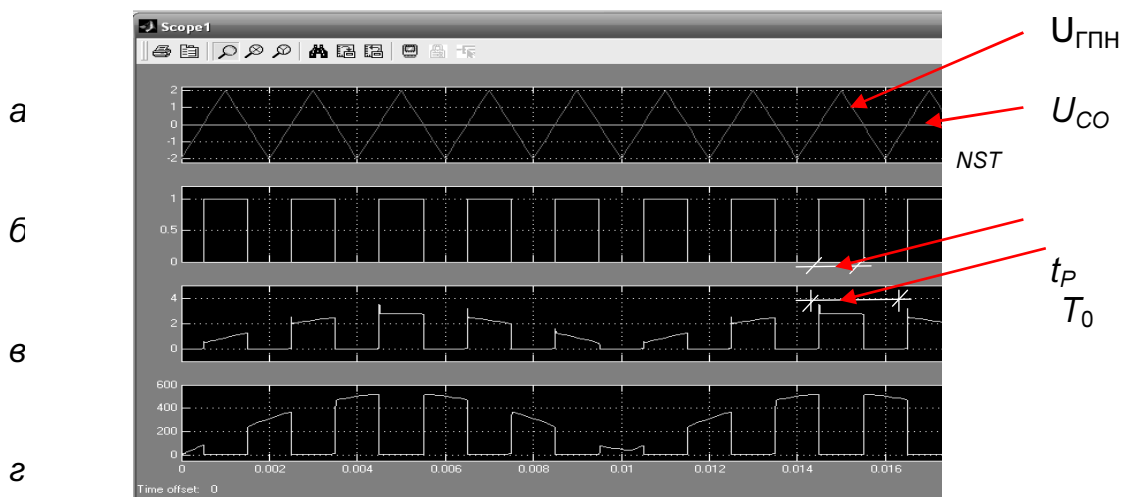


Рис. 3. Миттєві значення напруги генератора пилкоподібної напруги $U_{ГПН}$ і константи U_{CONST} (а) та керуючих імпульсів (б), струму (в), напруги (г) на транзисторі

Ширину керуючого сигналу задає константа блока Constant. Від ширини керуючого сигналу залежить величина вихідної напруги. При значенні константи 2 вихідна напруга на навантаженні U_H дорівнює напрузі джерела живлення $U_{Ж}$, при 0 – $U_{Ж}/2$, при мінус 2 – нулю. В останньому випадку транзистор закритий. Згідно з рис. 3, б напруга на навантаженні визначається за формулою:

$$U_H = \frac{t_P}{T_0} U_{Ж} = \gamma U_{Ж}, \quad (1)$$

де t_P – час ввімкненого стану транзистора; T_0 – період пилкоподібної напруги, γ – відносний час роботи транзистора.

Блоки Fourier і Fourier 1 призначені для вимірювання складових гармонік струму і напруги на виході регулятора, амплітудні значення яких виведені на Display 1. У вікні настроювання параметрів цих блоків вказують частоту напруги живлення та величину гармоніки, для якої вимірюється амплітуда.

Блок Scope призначений для вимірювання миттєвих значень струму і напруги на навантаженні, форми і величини яких наведено на рис. 4. З графіків видно, що форми кривих струму і напруги та спектральний склад однакові, оскільки перетворювач працює на активне навантаження.

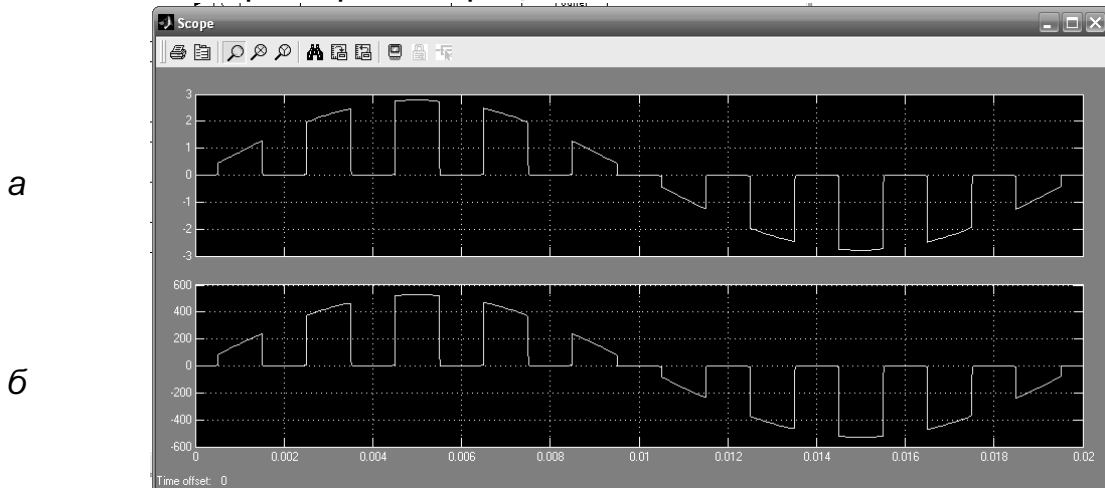


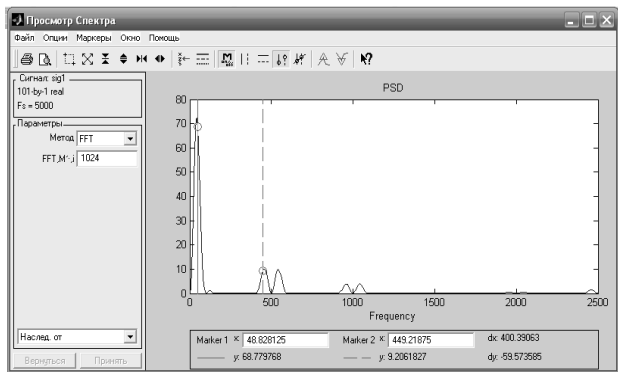
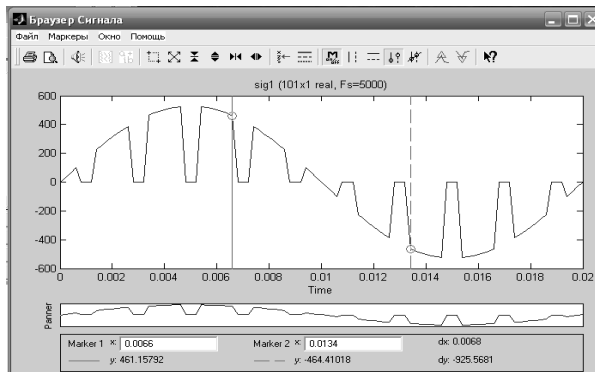
Рис. 4. Графіки миттєвих значень струму (а) та напруги (б) на навантаженні

Блоки To Workspace і To Workspace 1 призначені для передачі досліджуваного сигналу в робочий простір MatLab з наступною обробкою пакетом розширення Signal Processing Toolbox [2] для дослідження гармонічного спектра струму і напруги споживання. Форма та спектральний склад вихідної напруги перетворювача при різних значеннях вхідних даних наведено на рис. 5.

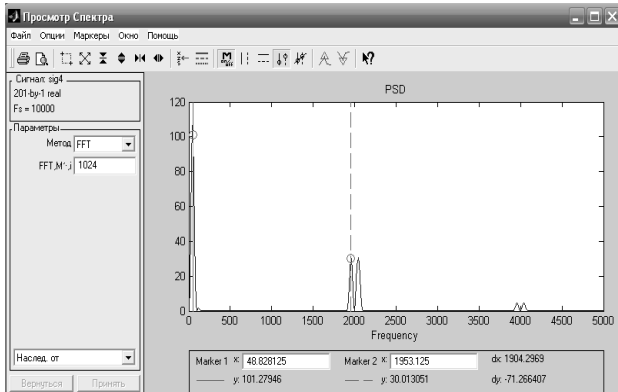
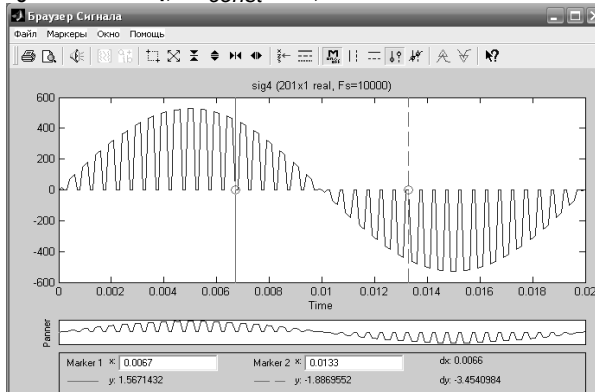
На моделі перетворювача напруги (див. рис. 1) проводились дослідження спектрального складу вихідної напруги при однаковій несучій частоті і різних значеннях вихідної напруги перетворювача (рис. 6, а) та дослідження спектрального складу залежно від несучої частоти при однаковій вихідній напрузі перетворювача (рис. 6, б). Орієнтуючись на гармонічний спектр вихідної напруги перетворювача (див. рис. 5, б) при заданих умовах для явно виражених гармонік по чергово за допомогою блока Fourier 1 визначали величини їх амплітуд. На рис. 6 амплітуди вищих гармонік наведено у відносних одиницях:

$$U_m^*(v) = \frac{U_m(v)}{U_m(1)}, \quad (2)$$

де $U_m^*(v)$, $U_m(v)$ – амплітуди вищих гармонік відповідно у відносних і іменованих одиницях ; v – номер гармоніки; $U_m(1)$ – амплітуда першої (основної) гармоніки при відповідній вихідній напрузі (напрузі на навантаженні) $U_{Hm}(1)$.



$f_0 = 500$ Гц; $U_{const} = 1,0$



$f_0 = 2000$ Гц; $U_{const} = 0$

а

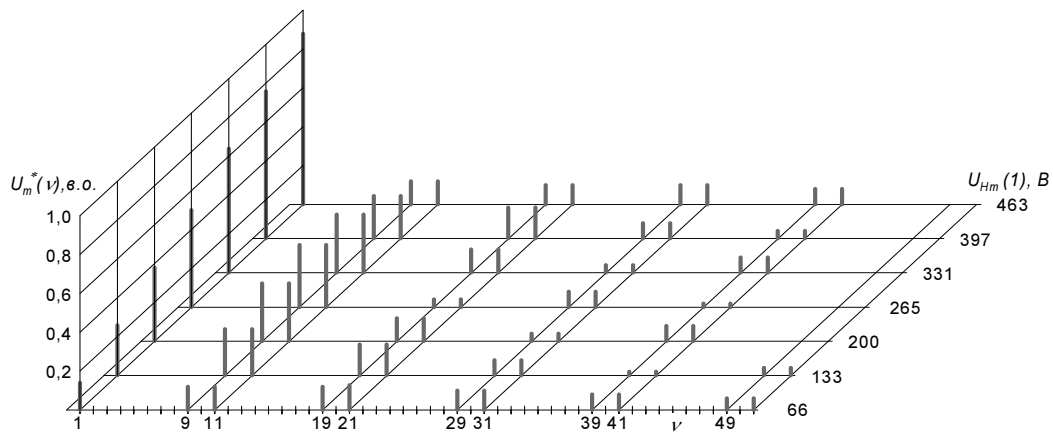
б

Рис. 5. Форма (а) та спектральний склад (б) вихідної напруги перетворювача при різних значеннях несучої частоти та величини сигналу блоку Constant

Базовою величиною для першої гармоніки на рис. 6, а є амплітуда напруги

синусоїдального джерела живлення $U_{Жм}(1)$:

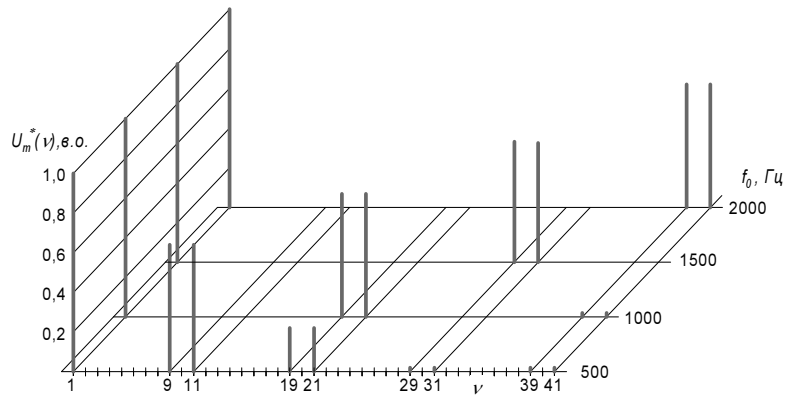
$$U_m^*(1) = \frac{U_m(1)}{U_{Жм}(1)} \quad (3)$$



а

Рис. 6. Спектральний склад вихідної напруги перетворювача в залежності від величини вихідної напруги (відносний час ввімкненого стану транзистора γ) при $f_0=500$ Гц (а) та несучої частоти при $U_{Hm}=265$ В (б):

ν – порядковий номер гармоніки; $U_m^*(\nu)$ – відносна величина амплітуди напруги ν - гармоніки; $U_{Hm}(1)$ – амплітуда першої гармоніки на навантаженні; $f_0=1/T_0$ – несуча частота



б

Як видно з результатів досліджень (рис. 6, а), вищі непарні гармоніки вихідної напруги (9, 11, 19, 21, 29, 31 і т.д.) створюються біля частот, кратних частоті пилоподібної напруги ($f_0=500$ Гц). Вагомість їх відносно першої (основної) гармоніки збільшується із зменшенням вихідної напруги і для гармонік 9, 11 та 19, 21 відповідно становить: при $U_{Hm}(1) = 463$ В – 13 %, 11 %; при $U_{Hm}(1) = 397$ В – 29 %, 21 %; при $U_{Hm}(1) = 331$ В – 46 %, 18 %; при $U_{Hm}(1) = 265$ В – 63 %, 21 %; при $U_{Hm}(1) = 200$ В – 77 %, 29 %; при $U_{Hm}(1) = 133$ В – 89 %, 52 %; при $U_{Hm}(1) = 66$ В – 94 %, 87 %.

При збільшенні несучої частоти f_0 перші вищі гармоніки також зсуваються у бік більших частот (рис. 6, б). Але слід пам'ятати, що при вмиканні/вимиканні транзистора в ньому з'являються імпульси струму (див. рис. 3, в), внаслідок чого збільшуються втрати енергії в транзисторі [3]. Тому подальші дослідження направлені на оптимізацію роботи перетворювача напруги з урахуванням втрат у транзисторі та складу вищих гармонік вихідної напруги.

Висновки

Вихідна напруга перетворювача з широтно-імпульсним керуванням у своєму спектральному складі має вищі непарні гармоніки при частотах, які кратні несучій частоті f_0 . Їхній дольовий вміст відносно першої гармоніки збільшується при зменшенні вихідної напруги.

При збільшенні f_0 перші вищі гармоніки також зсуваються у бік більших частот, але при цьому зростають втрати при вмиканні та вимиканні транзистора.

Список літератури

1. Голодний І.М. До питання регулювання швидкості малопотужного асинхронного електропривода / І.М. Голодний, О.В. Санченко // Науковий вісник НУ-БіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2011. – Вип. 166, ч.4 – С. 64-70.

2. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК: [учебное пособие для студ. вузов] / С.Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2002. – 304 с.

3. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання: підручник для студ. вищ. навч. закладів / [І.М. Голодний, Ю.М. Лавріненко, М.В. Синявський та ін.]; за ред. І.М. Голодного. – К.: Аграр Медіа Груп, 2011.– 513 с.

На модели в MatLab проведен анализ спектрального состава выходного напряжения полупроводникового преобразователя с широтно-импульсным управлением при разной несущей частоте.

Высшие гармоники, преобразователь напряжения, спектральный анализ, модели в системе MatLab.

The analysis of spectral composition of output tension of semiconductor transformer is conducted with a latitudinal-impulsive management at different bearing frequency on a model in Matlab.

Ultraharmonics, transformer of tension, spectrology, models in the system MatLab.

УДК 621.3.016

ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМНИХ СПОЖИВАЧІВ-РЕГУЛЯТОРІВ ДОБОВОГО ГРАФІКА НАВАНТАЖЕННЯ ОЕС УКРАЇНИ

***А.О. Квицинський, кандидат технічних наук,
А.П. Марценюк, кандидат хімічних наук,
К.Б. Денисевич, інженер
НТЦ електроенергетики НЕК «Укренерго»,
О.В. Шеліманова, кандидат технічних наук
Національний університет
біоресурсів та природокористування України***

Виконано техніко-економічне обґрунтування можливих обсягів використання, характеристик, режимів роботи, алгоритмів і схем управління системними споживачами-регуляторами, проекти впровадження яких не потребують значних капітальних вкладень на збільшення пропускної здатності електричних мереж усіх класів напруги.

Добовий графік навантаження, споживачі-регулятори, пропускна здатність електромережі.

За тенденції нарощування в ОЕС України базових неманеврених потужностей АЕС і, як наслідок, загострення, особливо у нічний період, проблем регулювання добового графіка навантаження, проекти впровад-

© А.О. Квицинський, А.П. Марценюк,
К.Б. Денисевич, О.В. Шеліманова, 2012