

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Автоматизовані електромеханічні системи
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем
(назва кафедри)

Богдан ВОРОБІЙОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 20 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Енергоресурсозбереження засобами електропривода

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14 Електрична інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка
(шифр і назва)

освітня програма Електропривод, мехатроніка та робототехніка
(шифр і назва)

вид дисципліни: професійна профільна підготовка
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна заочна)

Харків – 2023

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни _____
Енергоресурсозбереження засобами електропривода

(назва дисципліни)

Розробники:

<u>доцент кафедри АЕМС, к.т.н. доц.</u> (посада, науковий ступінь та вчене звання)	_____ (підпис)	<u>Дмитро ПШЕНИЧНИКОВ</u> (ініціали та прізвище)
_____ (посада, науковий ступінь та вчене звання)	_____ (підпис)	_____ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри
_____ Автоматизовані електромеханічні системи

(назва кафедри)

Протокол від «21» вересня 2023 року № 9

Завідувач кафедри <u>АЕМС</u> (назва кафедри)	_____ (підпис)	<u>Богдан ВОРОБІЙОВ</u> (ініціали та прізвище)
--	----------------	---

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Електропривод, мехатроніка та робототехніка	Шамардіна В. М.	

Голова групи забезпечення спеціальності _____ Лазуренко О.П. _____
(ПІБ, підпис)

« _____ » _____ 20 р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Гарант освітньої програми

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: формування систематичних знань про енергетичні характеристики електромеханічних систем, вибір енергозберігаючих систем електропривода для промислових механізмів, особливості проектування електроприводів згідно вказаним вимогам і приклади їх технологічних реалізацій в різних галузях промисловості.

Компетентності:

ЗК-4 – Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій;

ЗК-5 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ПК-6 – Здатність використовувати знання з теорії електричних машин, апаратів та електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

ПК-9 – Здатність визначати і забезпечувати оптимальні та енергоефективні режими роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;

ПКс-1 – Здатність розробляти та розраховувати схеми електротехнічних установок різного призначення, визначати склад їх обладнання та розраховувати режими їх роботи;

Результати навчання:

РН-2 – Визначати принципи побудови та функціонування елементів систем керування та автоматики електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів;

РН-3 - Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності

РН-24 – Комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні;

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Електричні машини	Сучасні мехатронні системи
Системи керування електроприводами	Дипломне проектування
Елементи автоматизованого електропривода	

Автоматизація технологічних процесів	
Теорія електропривода	
Автоматизований електропривод загально-промислових установок	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП КР РГ Р РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	120/4	64	56	48		16	Р			+

Р – розрахункове завдання

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3 %

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 1 Енергетичні властивості електропривода. Енергозбереження в нерегульованому електроприводі / 2 кредита	
1	Л1	2	Тема 1 Роль електропривода (ЕП) у вирішенні проблеми енергоресурсозбереження як фактора життєзабезпечення людства Енергетичні ресурси. Роль економії електроенергії в рішенні проблеми енергоресурсозбереження Вступ. Види енергетичних ресурсів і їхні запаси. Динаміка, структура й перспективи споживання паливних енергетичних ресурсів (ПЕР). Стан ПЕР в Україні й стратегія енергоресурсозбереження. Роль економії електроенергії в рішенні проблеми енергоресурсозбереження. Формула енергетичного еквівалента.	1, 2
2	Л2	2	Електропривод як основна база економії електроенергії Електропривод як основна база економії електроенергії в Україні. Сінергетичний ефект економії енергоресурсів засобами ЕП. Основні технології економії енергоресурсів засобами ЕП. Стратегія модернізації ЕП в Україні.	1, 2
3	СР1	4	Стратегія енергозбереження в Україні Структура електроенергетики України	2
4	ЛЗ	2	Тема 2 Енергетичні властивості електропривода Енергетичний канал електропривода Багаторівнева структура сучасного електропривода. Енергетичний (силовий) канал електропривода. Баланс потоків потужності силового каналу.	3, 5
5	Л4	2	Енергетичні характеристики перетворювачів енергії Типові перетворювачі електроенергії силового каналу і їхні енергетичні характеристики. Втрати енергії. Коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт потужності. Енергетичні характеристики електричних перетворювачів у статичному режимі. Енергетичні характеристики електромеханічних	3, 5, 10

			перетворювачів у статичному режимі	
6	ПЗ1	2	Енергетичні моделі електродвигунів. Втрати в двигунах постійного та змінного струму	5, 10
7	СР2	4	Загальні критерії ефективності силового каналу. Вибір потужності електродвигуна	3
8	Л5	2	Енергетичні характеристики регульованих електроприводів Енергетичні характеристики регульованих електроприводів постійного та змінного струмів. Втрати енергії в перехідних режимах роботи електропривода.	5, 3
9	Л6	2	Енергозбереження в нерегульованому електроприводі Виключення режимів холостого ходу. Зниження напруги на затискачах двигуна.	5, 3
10	ПЗ2	2	Оцінка економії енергії при перемиканні обмоток статора за схемою «трикутник-зірка»	5
11	ПЗ3	2	Оцінка економії енергії за рахунок обмеження часу холостого ходу двигунів. Енергосбереження в режимі частих пусків	2, 12, 13
12	СР3	4	Характеристики механічних перетворювачів енергії. Вибір потужності електродвигуна	3
			Змістовий модуль № 2 Енергозберігаючі системи регульованого електропривода / 2 кредита	
10	Л7	2	Тема 3 Вибір раціональних режимів роботи й експлуатації технологічних установок і їхніх електроприводів Теоретичні основи економії електроенергії в турбомеханізмах	4, 8, 9
11	ПЗ4	4	Оцінка енергосбереження системи «перетворювач частоти – асинхронний двигун» електропривода турбомеханізма	5,10
12	Л8	2	Економія електроенергії вибором раціональних режимів роботи технологічними установками. Комп'ютерна підтримка технічних рішень.	3, 5
13	СР4	4	Зниження втрат електроенергії в насосних установках	4, 9
14	Л9	2	Вибір доцільного способу й діапазону регулювання швидкості для різних технологічних установок. Раціональні способи регулювання швидкості залежно від статичного навантаження. Використання синхронних машин як компенсаторів реактивної потужності.	3
15	СР5	4	Використання акумуляторів енергії	3
16	Л10	2	Тема 4 Вибір раціонального типу електропривода Вибір системи електропривода й законів його керування Тенденції розвитку сучасного електропривода. Вибір системи електропривода й законів його керування. Оптимальне по тепловому режимі керування.	3, 10
17	ПЗ5	2	Зниження втрат в перехідних режимах електропривода в системі «тиристорний перетворювач	5

			– двигун постійного струму»	
18	Л11	2	Основні шляхи підвищення енергозбереження на основі використання частотно-регульованого електропривода.	3, 9
19	СР6	4	Енергетична ефективність асинхронних електроприводів різних технологічних комплексів.	7
20	Л12	2	Тема 5 Енергозберігаючі системи електропривода Частотно-регульований електропривод Асинхронний електропривод з реостатним регулюванням.	7
21	Л13	2	Частотно-регульований електропривод з асинхронними двигунами Асинхронний електропривод з фазовим керуванням. Система плавного пуску електропривода. Електропривод з реалізацією енергії ковзання - асинхронно-вентильні каскади.	7
22	Л14	2	Електропривод з вентильно-індукторними двигунами	6
23	СР7	4	Електропривод з вентильним двигуном і його енергозберігаючі особливості	3, 6
24	Л15	2	Електропривод постійного струму. Система перетворювач-двигун	5
25	ПЗ6	2	Оптимізація струму збудження в системі «тиристорний перетворювач – двигун постійного струму»	5
26	Л16	2	Вплив якості електроенергії на енергетичні характеристики електропривода Генерування вищих гармонік вентильними перетворювачами. Втрати потужності від дії вищих гармонік. Вплив вищих гармонік на роботу електропривода. Методи компенсації реактивної потужності. Використання резонансних фільтрів. Активні фільтри.	3, 10
27	ПЗ7	4	Підвищення енергоефективності електропривода шляхом компенсації реактивної потужності.	5, 10
28	Л17	2	Тема 6 Автономні енергоресурсозберігаючі електромеханічні системи Вітрова електроенергетика. Енергія вітру та можливості її використання. Походження вітру, вітрові зони України. Класифікація вітродвигунів. Робота поверхні при дії на неї сили вітру.	11
29	Л18	2	Робота вітрового колеса. Основи теорії вітроколеса. Момент і потужність вітроколеса. Втрати вітряних двигунів.	11
30	Л19	2	Устрій вітроенергетичної установки. Типові схеми генерування електричної енергії.	11
31	Л20	2	Сонячна енергетика. Сонячна енергія на поверхні Землі. Інформаційне забезпечення геліоенергетичних розрахунків та його особливості	11
32	Л21	2	Основні технічні схеми використання сонячної енергії та їх енергетичні характеристики. Класифікація	11

			СЕУ та їх особливості. Сонячні фотоелектричні установки та їх техніко-енергетичні особливості	
33	Л22	2	Гідроенергетика. Малопотужна гідроенергетика. Мікро- та малі ГЕС. Визначення параметрів водяного потоку. Хвильова енергетика. Використання енергії припливів	11
34	Л23	2	Електричні накопичувачі енергії. Класифікація електричних накопичувачів енергії. Хімічні джерела струму. Основи теорії хімічних джерел струму. Напрямки розвитку електрохімічних систем.	11
35	Л24	2	Мікро- та наноелектромеханічні системи Структура МЕМС. Програмне забезпечення для проектування МЕМС. Наноелектромеханічні системи. Перспективи розвитку МЕМС та НЕМС	12
Разом (годин)		92		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до практичних занять	8
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	28
4	Виконання розрахункового завдання	30
5	Інші види самостійної роботи	6
	Разом	80

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Економічна оцінка енергозбереження засобами електропривода Вимоги: - розрахувати енерговитрати нерегулюємого за швидкістю електроприводу насосного агрегату; - розрахувати енерговитрати модернізованого регулюємого електроприводу насосного агрегату;	12

	- оцінити строк окупності модернізації за рахунок економії електроенергії	
--	---	--

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання по даній дисципліні передбачає проведення лекцій та практичних занять, виконання розрахункового завдання, самостійну роботу, консультації.

При проведенні лекцій використовується пояснювально-ілюстраційний метод, при якому викладач доводить готову інформацію різними засобами, а студенти її сприймають, усвідомлюють та фіксують у пам'яті. Цей метод передбачає використання таких засобів інформації, як слово (усне і друковане), різні наочні посібники, комп'ютерний ілюстраційний матеріал і т. ін.

Практичні заняття пов'язані з конкретизацією і закріпленням теоретичних знань, отриманих на лекціях, вирішенням завдань з проектуванням та розрахунку автоматизованих електроприводів різних за призначенням промислових механізмів.

Студент виконує індивідуальне розрахункове завдання по розрахунку автоматизованого електропривода типового промислового механізму.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових видів навчальної діяльності. Студент повинен вивчити теми за рекомендованою літературою, зазначеною робочою програмою навчальної дисципліни.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Система контролю якості навчання студентів включає проведення поточного контролю та підсумкового контролю у вигляді екзамену.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виступів на практичних заняттях, виконання індивідуального розрахункового завдання.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента із додатковим лекційним матеріалом, проводиться шляхом перевірки конспектів, із практичних і індивідуальних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань.

Семестровий контроль проводиться в усній формі по екзаменаційних білетах в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою. Результати поточної успішності враховується як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до екзамену із навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх практичних занять та захисту розрахункового завдання, передбачених навчальною програмою із дисципліни.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота						Іспит/ сума
Зміст. модуль 1		Зміст. модуль 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	30/100
10	20	10	10	10	10	

T1, T2, ... – номери тем змістових модулів.

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

Критерії оцінювання – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 3). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національн а оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5

90-100	А	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	В	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	С	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	Д	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі. 	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; <ul style="list-style-type: none"> - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні

				задачі.
60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі.	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися

				під час розв'язання простих практичних задач
--	--	--	--	--

Таблиця 3. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

Навчально-методичне забезпечення навчальної дисципліни включає:

- конспект лекцій;
- методичні вказівки до практичних занять;
- питання для поточного контролю;
- питання для підсумкового контролю знань студентів у формі екзамену.

Складові навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни розташовані на сайті кафедри АЕМС: www.kpi.kharkov.ua/aems,

www.kpi.kharkov.ua/ukr/department/avtomatizovani-elektromehanichni-sistemi.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Стогний Б.С., Кулік М.М., Жовтянський В.А. Стратегія енергозбереження в Україні. – К.: Академперіодика, Т.1, 2006, 508 с.
2	Інженерна екологія: аспекти енергозбереження: навч. посіб. / В. В. Снітинський, М. А. Саницький, О. Т. Мазурак, А. В Мазурак; Львів. нац. аграр. Ун-т. – Львів: Априорі, 2008. – 220 с.
3	Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода. – Київ, Кондор, 2005. – 408 с.
4	Толбатов В. А. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах: навч. посіб. / В. А. Толбатов, І. Л. Лебединський, А. В. Толбатов; Сум. держ. ун-т. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 194 с.
5	Щербина О. М. Енергія для всіх: техн. довід. з енергоощадності та відновл. джерел енергії / О. М. Щербина. – 4-те вид., перероб. і доп. – Ужгород: Вид-во В. Падяка, 2007. – 336 с.

Допоміжна література

6	Зеленов А.Б. Теорія електроприводу. Методика проектування електроприводів. – Луганськ, 2010. – 670 с.
7	Застосування енергозберігаючих технологій в будівництві: реферативний огляд / уклад. Н.С. Харсун. – К.: УкрІНТЕІ, 2007. – 40 с.
8	Петергеря Ю. С. Інтелектуальні системи забезпечення енергозбереження житлових будинків: навч. посіб. / Ю. С. Петергеря, В. Я. Жуйков, Т. О. Терещенко. – К.: Медіа ПРВС, 2008. – 255 с.
9	Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії / С. М. Бевз, В. І. Бондаренко, О. Ф. Буткевич та ін.; під заг. ред. А. К. Шидловського; НАН України, П-во „Укренергозбереження”. – К.: Укр. енциклоп. знання, 2007. – 559 с.
11	Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі. – Львів: Магнолія 2006. – 188 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. Енергозбереження. Електропривод [Електронний ресурс]:
http://powergroup.com.ua/2_8_kompensatsiya_reaktivnoy_moschnosti
2. Енергозбереження в Україні [Електронний ресурс]:
<http://max-energy-saving.info/index.php?pg=catalog/4.html>