

ТЕХНОЛОГІЇ TECHNIQUE

УДК 620.9:658.26

С.П. Денисюк, д-р техн. наук, професор

О.В. Бориченко, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В УКРАЇНІ

Показано, що інноваційний та енергоефективний розвиток української економіки на всіх рівнях управління вимагає створення умов і механізмів для підвищення енергетичної ефективності. Проаналізовано поняття «енергоефективність» в різних нормативно-правових актах і визначено, що енергоефективність є найважливішим ресурсом і гарантом формування необхідного потенціалу для розвитку держави.

Досягнення реального підвищення енергетичної ефективності підприємств і організацій повинно базуватися не тільки на технічних рішеннях, але і на більш сучасному управлінні. Виділено, що енергетичний менеджмент є інструментом, який може забезпечити виробничо-господарським об'єктам економію коштів за рахунок проведення грамотної енергетичної політики по використанню енергетичних ресурсів. Стандарт ISO 50001 створює основи для інтеграції питань енергоефективності в загальну концепцію менеджменту організації і з іншими системами менеджменту.

Розглянуто спрямованість професійної діяльності енергетичного менеджера і визначено низку спеціалізацій магістерської та аспірантської підготовки за спеціальністю «Енергетичний менеджмент».

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, показник енергоефективності, енергетичний менеджмент, енергетичний менеджер, спеціалізації з енергоменеджменту.

Вступ. На сьогодні економіка України характеризується достатньо високою енергоємністю валового внутрішнього продукту (ВВП) та енергозалежністю від країн-імпортерів. Енергетична ефективність та енергозбереження залишаються одними з пріоритетних напрямів розвитку більшості промислово-розвинених країн світу [1]. Вони є визначальними чинниками при формуванні конкурентоспроможності товарів та послуг, а також суттєво впливають на енергетичну безпеку країни і рівень життя її мешканців.

Завдання переходу української економіки на шлях інноваційного та енергоефективного розвитку вимагає створення на всіх рівнях управління умов і механізмів для підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження [2]. Для кращого розуміння понять «енергозбереження» та «енергоефективність» наведемо визначення цих понять із різних джерел. В Законі України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року № 74/94-ВР зазначено, що *енергозбереження* – це діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів. *Енергоефективність* – характеристика обладнання, технології, виробництва або систем у цілому, яка показує ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту [3].

В нормативних документах американського департаменту енергетики зазначається, що енергетична ефективність не може бути виражена єдиним показником, тому існує багато підходів до її визначення або тлумачення як поняття [4]:

– *енергоефективність* – необхідний рівень витрат енергетичних ресурсів для досягнення певного рівня добробуту (наприклад, економічного, соціальних стандартів життя людини, стану навколишнього середовища тощо);

– *енергоефективність* – показник, зворотний до енергоємності;

– *енергоефективність* – комплексний набір показників, визначення яких залежить від системи, для якої він визначається, а головним є спостереження за динамікою цих показників та їх постійного підвищення за рахунок усіх економічно обґрунтованих заходів вдосконалення сучасних технологій, а також, що дуже важливо, заміни існуючих технологій використання паливно-енергетичних ресурсів

(ПЕР) на принципово нові.

Відповідно до «Повідомлення про план дій для підвищення енергоефективності» (Єврокомісія) *енергоефективність* – зниження споживання енергії без зниження її використання виробництвом і обладнанням, тобто мається на увазі раціональне використання енергоресурсів та альтернативних джерел енергії та зменшення загальної потреби в ПЕР за окремими напрямками.

Енергоефективність сама по собі стає найважливішим ресурсом і гарантом формування необхідного потенціалу для подальшого розвитку держави і суспільства. Енергоефективність – це не тільки енергозбереження, а й оптимізація співвідношення ефекту (корисності, якості, вартості, кількості вироблених продуктів, якості життя, соціального комфорту) і необхідних енергетичних витрат.

У провідних країнах світу на сьогодні формується енергоефективне суспільство – це суспільство, здатне успішно вирішувати завдання ефективного забезпечення енергоресурсами соціально-економічного розвитку країни при стимулюючому впливі енергетичного фактора на рівень орієнтирів цього розвитку і на оптимізацію енергетичних витрат.

Критерієм енергоефективності суспільства повинен бути одержуваний результат по відношенню до витрат енергії і витратам на енергію, розуміючи під результатом як виробництво ВВП, так і досягнення високої якості життя (побуту, праці, відпочинку тощо).

Активізація державного курсу України на енергоефективність обумовлена такими факторами:

- перспектива подальшого зростання внутрішніх цін на енергоносії;
- необхідність підвищення конкурентоспроможності української економіки в умовах зростання тарифів і триваюче зростання в ціні кінцевої продукції частки витрат на придбання енергії;
- зростання тарифів надає потужний дестабілізуючий вплив на соціально-політичну сферу (зниження енергоспоживання за рахунок енергозбереження може розглядатися як фактор, що компенсує зростання ціни на енергоресурси);
- загроза критичного впливу дефіциту енергоресурсів (енергозбереження розглядається як один з найбільш пріоритетних і дієвих механізмів подолання критичного впливу дефіциту енергоресурсів);
- Україна виступає як привабливий ринок збуту технологій та обладнання у сфері енергозбереження (ринок енергозберігаючих технологій у світі вже склався).

Постановка завдання. Енергоефективність розглядається як індикатор і ресурс інноваційного розвитку. У ХХІ ст. вирішити проблему підвищення ефективного використання ПЕР можливе виключно шляхом впровадження новітніх енергоефективних технологій та обладнання, що відповідають потребам і вимогам. Заявлена пріоритетність політики енергозбереження в Україні тривалий час не була підкріплена ефективною формою і механізмами взаємодії влади, бізнесу та наукового потенціалу в питаннях впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій. На сучасному етапі розвитку держави одним з основних перешкод масштабної реалізації політики енергоефективності є відсутність в основних агентів необхідності та мотивації щодо енергоефективних інноваційних технологій.

Світовий досвід свідчить, що швидке досягнення міжнародної конкурентоспроможності держави там відбулося, де на першому місці державної політики з'явилася енергоефективність.

Енергоефективність можна розглядати як макроекономічний показник, є величиною зворотної від енергоємності ВВП, яка характеризує конкурентоспроможність країни і виступає одночасно як визначальний фактор і індикатор інноваційного розвитку країни. Однак на даний час не розроблена система показників, яка б характеризувала рівень енергоефективності. Дуже часто енергоефективність ототожнюють із задачею енергозбереження, а в якості індикатора приймають показник енергоємності економіки, тобто витрати всіх первинних енергоресурсів або кінцевого споживчого продукту – електроенергії по відношенню до ВВП – для регіонів. Показник енергоефективності – це величина, яка зворотна енергоємності, тобто відношення ВВП до повної величини використовуваних ПЕР, не тільки спожитих для внутрішніх потреб країни, але і з врахуванням експорту

$$ЕНф = \frac{\text{результат}}{\text{витрати}} = \frac{\text{ВВП}}{\text{ПЕР}_{\text{вн}} + \text{ПЕР}_{\text{експорт}}} \quad (1)$$

Показник ВВП також не можна вважати цілком обґрунтованим індикатором кінцевого результату, так як розраховується за величиною паритету купівельної спроможності, яка штучно формується. ВВП враховує вартість доданого виробленого продукту, не беручи до уваги соціальний ефект економічної діяльності та внесок енергетичного фактору. Більш обґрунтованим є розділення обліку ВВП на споживання і накопичення. Тому необхідно розробити такі показники, що характеризують добробут і якість життя населення.

В якості такого макропоказника енергоефективності в [5] пропонується розглядати величину приросту національного багатства (НБ) до витрат всіх енергетичних ресурсів. НБ включає оцінку природних ресурсів, людського (трудова ресурсів) і соціально-виробничого капіталу країни. Всі ці ресурси, з одного боку, є інтегральним енергетичним потенціалом, які беруть участь у виробництві корисної роботи. З іншого – НБ є комплексним показником якості життя, що враховує не тільки

вартісний дохід населення, а й екологічну обстановку, рівень життєвого потенціалу, стан моральної задоволеності людини у побуті та суспільстві.

Показник енергоефективності визначається

$$ЕНФ = \frac{\Delta НБ \text{ (приріст)}}{\text{витрати ПЕР}}, \quad (2)$$

який більш повно відображає кінцеву результативність енергетичної діяльності – приріст НБ як показник якості життя дозволяє більш обґрунтовано проводити міжгалузеве порівняння, а головне – оцінювати мультиплікативний вплив не тільки енергетичних витрат, цінової політики, технологічної модернізації, експортно-імпоротної політики, але і вибір пріоритетних напрямів у структурній та соціально-екологічній політиці країни.

На рівні окремих виробничо-господарських об'єктів показником енергоефективності є відношення інтегрального показника поточної і стратегічної діяльності до вартісних витрат на енергозабезпечення. Визначення такого показника дає можливість вирішувати задачі підвищення енергоефективності не тільки шляхом зниження енергетичних витрат у власному виробництві, а й здійснювати вибір раціональних видів використовуваних енергоносіїв (з урахуванням їх вартості) і енерго-технологічних схем виробничого циклу.

Для окремих виробництв енергоефективність є відношення вартості продукції (з урахуванням її диверсифікації, якості і соціального ефекту) до вартості вхідних витрат (вартості прямих енерговитрат, витрат праці, закупівлі необхідних матеріалів і устаткування, інвестицій, соціальних, екологічних та іміджевих витрат).

Що стосується окремих технологічних установок, то у якості індикатора енергоефективності можна використовувати показники їх продуктивності (ККД), що враховують кількість і якість кінцевої продукції з прихованим у ній енергетичним потенціалом для виробництва корисної роботи або енергетичних послуг, по відношенню до кількості та якості прямих і прихованих енергетичних витрат.

Особливе значення сьогодні набуває поєднання інноваційної та енергоефективної стратегій, а необхідність інноваційного оновлення – як засіб конкуренції та виживання в ринкових умовах на національному та світовому рівні. Управління підприємством/організацією в контексті інноваційної моделі економіки, має бути спрямоване на забезпечення його розвитку через використання відповідних інноваційних механізмів. Впровадження інноваційної стратегії та стратегії енергозбереження і енергоефективності має синергетичний ефект, позитивно впливає на рівень виробництва, а також призводять до зниження витрат і підвищення якості, що, у свою чергу, веде до підвищення конкурентоспроможності продукції і підприємства в цілому.

В сучасних умовах енергоефективність в країнах ЄС досягається в основному не за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а за рахунок змін у методах і способах управління [6-9]. При цьому енергоефективність розглядається як використання енергетичних ресурсів з використанням такого обладнання і технологій, які при існуючому рівні розвитку техніки та дотримання вимог до охорони навколишнього середовища забезпечують максимальну конкурентоспроможність і стійкість розвитку компанії.

Матеріали і результати досліджень. Створення вискоелективного бізнесу в сучасних умовах жорсткої конкуренції неможливо без впровадження сучасних інформаційних технологій та інноваційних рішень у всіх сферах діяльності виробничо-господарських об'єктів. Найважливішою умовою ефективного виробничого циклу є створення системи енергетичного менеджменту. Підприємство, яке побудувало і налагодило роботу якісної системи енергоменеджменту, отримує унікальну можливість покращити виробничий цикл, своєчасно проводити найбільш ефективні заходи з енергозбереження, постійно отримувати віддачу від цих заходів у вигляді фінансового прибутку. Енергетика сьогодні не тільки технічна проблема, а й питання управління, що може впливати на економічні показники підприємства.

Впровадження енергетичного менеджменту як інноваційне рішення пов'язане з модернізацією існуючого виробництва і керування, а також самою психологією управління енергоспоживанням і енерговитратами. Необхідно подолати застарілу практику керування, за якою бізнес-процеси управління споживанням та виробництвом енергоресурсів (тобто енергоменеджменту) поєднано з процесами експлуатації основного технологічного обладнання і системою енергопостачання організації (тобто технічною діяльністю енергетичних служб). Крім того, необхідно відмітити, що у світовій практиці є досвід створення ефективних систем енергетичного менеджменту, які оперативнo реагують на постійні структурні та виробничі зміни у ринковій економіці.

На даний час в енергетичному господарстві на багатьох виробничо-господарських об'єктах продовжує діяти застаріла радянська система лімітування і нормування питомих витрат ПЕР. Однак досвід нормування питомих витрат палива та енергії, яке здійснювалось протягом багатьох десятиріч ще у СРСР, а також результати нормування питомих витрат ПЕР, одержані протягом останніх років в

Україні, свідчать про те, що існуюча в Україні система нормування питомих витрат ПЕР має суттєві недоліки [10]. В існуючій системі нормування одним із основних недоліків є відсутність механізмів контролю норм питомих витрат ПЕР, а нормативна база коригується з великим запізненням при постійних змінах умов виробничої діяльності (зміни у номенклатурі витрат, обсягів робіт, техніко-технологічній оснащеності виробничих підрозділів тощо). Тому на більшості підприємств ліміти та норми питомих витрат встановлюють від досягнутого рівня споживання ПЕР. Така система управління є неефективною у ринкових умовах і не має економічних стимулів до впровадження енергозберігаючих заходів та технологій. В Україні достатньо розповсюджено проведення енергетичних аудитів і обстежень підприємств, які проводяться періодично і не гарантують повернення вкладених коштів на їхнє виконання. Проведення енергетичних аудитів – це тільки перший крок до підвищення енергоефективності, який дозволить енергетичному менеджеру сформулювати енергетичну політику підприємства, визначити цілі і заходи по енергозбереженню. Інакше, як і в більшості випадків в Україні, результати енергоаудиту так і залишаться «на папері».

Для досягнення бажаних результатів у сфері енергозбереження не достатньо лише впроваджувати відповідні заходи, а потрібно також систематично здійснювати управління енергоспоживанням, основна задача якого зниження витрат на енергоресурси за необхідної їх кількості та якості. З цією метою в зарубіжній практиці на будь-якому виробничому чи комерційному об'єкті створюється система енергетичного менеджменту, основною метою функціонування якої є систематичне, цілеспрямоване підвищення енергетичної ефективності господарювання при одночасному раціональному використанні всіх інших ресурсів [11].

Розвиток та формулювання енергетичного менеджменту в Україні триває більш ніж півтора десятиліття. Однак на сьогодні ще немає остаточного загальноприйнятого розуміння енергетичного менеджменту як науки, як виду діяльності, а також як однієї з конкретних функцій менеджменту. Останні дослідження і публікації, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми, дають різні тлумачення понять «енергетичний менеджмент», «система енергетичного менеджменту», «енергетичний менеджер» тощо. Наведемо деякі з них.

Енергетичний менеджмент – діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання ПЕР і базується на отриманні енергетичної інформації за допомогою обліку, проведення енергетичного аудиту, контролю та аналізу ефективності енерговикористання та впровадження енергозберігаючих заходів [12].

Енергетичний менеджмент є методологічною наукою з практичним інструментом для таких потреб [13, 14]:

1) здійснення процесу управління використанням енергії, а саме – цілеобґрунтування, планування, організації дій, координування, обліку та контролю для оптимального (найбільш раціонального) використання всіх видів і форм енергії у разі доцільного забезпечення потреб організації і мінімального негативного впливу на навколишнє середовище, за умов якнайкращого використання ресурсного потенціалу об'єкта енерговикористання;

2) керівництва персоналом, який займається управлінням енерговикористанням для досягнення високої енергоефективності, ґрунтуючись на матеріальних і фінансових ресурсах організації.

Однак необхідно відмітити, що наведені визначення не відображають економічного аспекту енергоменеджменту. В умовах ринкової економіки основною метою енергетичного менеджменту має бути отримання прибутку за рахунок раціонального та ефективного використання ПЕР на вироблення одиниці продукції, надання послуг або виконання робіт. І тому енергетичний менеджмент – вид діяльності, змістом якої є цілеспрямований вплив на працівників організації з метою координування їх дій задля досягнення однієї з поставлених перед організацією цілей – збільшення прибутку шляхом підвищення ефективності використання ПЕР за одночасного зниження собівартості випущеної продукції. При цьому мета енергетичного менеджменту – підвищення ефективності використання організацією ПЕР при збільшенні прибутку організації. Іншими словами, енергетичний менеджмент як вид діяльності націлений на підвищення ефективності використання організацією залучених із зовнішнього середовища ПЕР, тобто на зниження витрат різних видів палива й енергії на виготовлення одиниці продукції, й відтак на досягнення завдяки цьому в кінцевому розумінні однієї з основних цілей, що стоять перед організацією в ринкових умовах господарювання – збільшення прибутку [15].

Зміст поняття енергетичний менеджмент полягає в наступному:

- включає в себе системний підхід щодо досягнення цілей для покращення енергетичної діяльності на основі енергетичної політики, процесів і процедур;
- має постійно діючу систему організації, управління та керівництва енергоспоживанням підприємства;
- поєднує в собі як управлінські, так і технічні аспекти;
- являє собою систему управління, яка спрямована на забезпечення раціонального використання споживачами ПЕР;

- передбачає вирішення оптимізаційної задачі управління енергопроцесами.

Термін «енергетичний менеджмент» в залежності від сфери його застосування може мати низку смислових навантажень. Це поняття в загальному випадку включає в себе інтегральний підхід в рамках виділеної енергетичної (виробничої) системи, що дозволяє виділити такі етапи: планування, виробництво (генерація), передача (трансформація), накопичення, розподіл та використання енергоносіїв [16]. З однієї сторони, розвиток інтелектуальних енергетичних систем згідно концепції Smart Grid обумовив розвиток поняття енергетичний менеджмент та формування систем енергетичного менеджменту з точки зору оптимального керування енергетичними процесами в інтелектуальних мережах та системах. Тут знаходять застосування такі напрями розвитку систем енергоменеджменту: HEMS – системи енергоменеджменту в будівлях, IPMS – системи енергоменеджменту для індустрії, PMS – системи енергоменеджменту в електроенергетиці, EMCS – системи керування для систем енергоменеджменту, EMPS – засоби програмного забезпечення для систем енергоменеджменту та інш.

З іншої сторони, практика сучасного технологічного розвитку показала, що зниження енергоемності продукції базується на впровадженні сучасних технологій і стандартів енергоменеджменту. Підвищення рівня енергоефективності – це не тільки технічна проблема, що вимагає технологічних рішень, а й управлінська проблема. Для вирішення цієї управлінської проблеми розроблено міжнародний стандарт ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use» («Системи енергоменеджменту – вимоги та керівництво щодо використання»). За визначенням стандарту система енергоменеджменту – це набір взаємопов’язаних один з одним і взаємодіючих між собою елементів, що ґрунтуються на енергополітиці, цілях, процесах і процедурах, необхідних для покращення енергетичної результативності та продуктивності, і дають змогу досягти цих цілей, у тому числі щодо зменшення викидів в атмосферу парникових газів, за допомогою систематичного управління енергетичними ресурсами [17, 18].

Система енергетичного менеджменту є частиною загальної системи управління підприємством, основним завданням якої є управління ефективністю використання ПЕР. Якщо розглядати менеджмент як систему, то енергетичний менеджмент є однією з складових цієї системи та один із видів менеджменту (рис. 1).



Рис. 1. Структурна схема видів менеджменту

Сучасне розуміння терміну «енергетичний менеджмент» передбачає, що процес управління, здійснюваний на будь-якому об’єкті, може бути направлений на досягнення різних конкретних підцілей і, відповідно, може ґрунтуватися на використанні різних концепцій. У практиці економічно розвинених країнах світу функціонування систем енергетичного менеджменту може бути засноване на застосуванні, зокрема, таких відомих концепцій управління як [13, 19]:

- інтегроване ресурсне планування (Integrated Resource Planning (IRP));
- управління енерговикористанням з боку споживача (Demand Side Management (DSM));
- управління енерговикористанням з боку енергопостачальної компанії (Supply Side Management – SSM or Supply side planning – SSP);
- управління навантаженням (Load Management), яке являє собою складову частину концепції DSM;
- управління енергоспоживанням кінцевого споживача (End Users Consumption Management), яке також є частиною концепції DSM;
- енергетичний аудит (Energy Audit – EA);

- контроль та нормалізація енергоспоживання (Monitoring & Targeting – M&T);
- верифікація даних та результатів (Data & Results Verification – Verification Protocol).

Система енергетичного менеджменту – комплексна система управління енергією підприємства, основні функції якої розробка та реалізація політики підприємства в галузі управління енергією; навчання персоналу питань безперервного зниження споживання енергії та запуск механізмів мотивації; облік достатньою мірою деталізації всіх видів енергії; нормування і погодинне планування споживання всіх видів енергії; управління споживанням енергії; аналіз споживаних видів енергії та вироблення пропозицій щодо їх зниження; інвестування в заходи щодо зниження споживання енергії; щорічне коригування політик, процедур і т.п.

Стандарт ISO 50001 як один із інструментів енергоменеджменту допомагає створити основу для інтеграції енергоефективності у практику управління підприємством, більш ефективно використовувати існуючі енергоактиви. Завдяки стандарту досягається прозорість у сфері управління енергетичними ресурсами, можна оцінювати пріоритетність впровадження нових енергозберігаючих технологій.

Концептуальні засади стандарту ISO 50001 полягають у тому, що повинна впроваджуватися не програма заходів, а система менеджменту з механізмами проведення моніторингу, планування, аналізу, контролю та корегуючих дій. Ключовими елементами стандарту є [17, 18]:

1. Енергетична політика, яка розробляється вищим керівництвом підприємства;
2. Цілі та задачі в області енергоменеджменту;
3. Плани реалізації цілей та задач;
4. Забезпечення ресурсами і повноваженнями представників відділу енергоменеджмента;
5. Періодичний енергоаналіз організації;
6. Встановлення базових ліній енергоспоживання;
7. Встановлення індикаторів енергоефективності, які розроблені для конкретного підприємства і в сукупності з базовою лінією, дозволяють оцінити зміни в енергоспоживанні;
8. Операційний контроль і процедури в частині суттєвого енергоспоживання;
9. Вимірювання і документування енергоменеджменту;
10. Періодичний аналіз функціонування системи енергоменеджменту зі сторони керівництва.

Основна ідея вирішення управлінської проблеми підвищення рівня енергоефективності полягає у послідовному застосуванні системного підходу до енергоменеджменту. Додаткові можливості підвищення рівня енергоефективності можуть бути отримані на основі застосування стандартної методології PDCA (Plan–Do– Check–Act) (рис. 2), властивої всім добре відомим міжнародним стандартам (ISO 9001, 14001 та інш.). Переваги використовуваного системного підходу наступні: аналіз всіх аспектів, що впливають на енергоефективність, а також на постійне покращення; бізнес-процеси, пов'язані з енергоменеджментом, чітко визначені і перевіряються, як з боку внутрішніх, так і зовнішніх аудиторів, включаючи можливість сертифікації; безперервний і планований процес енергоменеджменту, що має певні параметри порівняння (базові лінії) для досягнутих результатів і документовані енергоцілі; підхід, заснований на кращій світовій практиці, який продовжує удосконалювати міжнародна організація ISO.

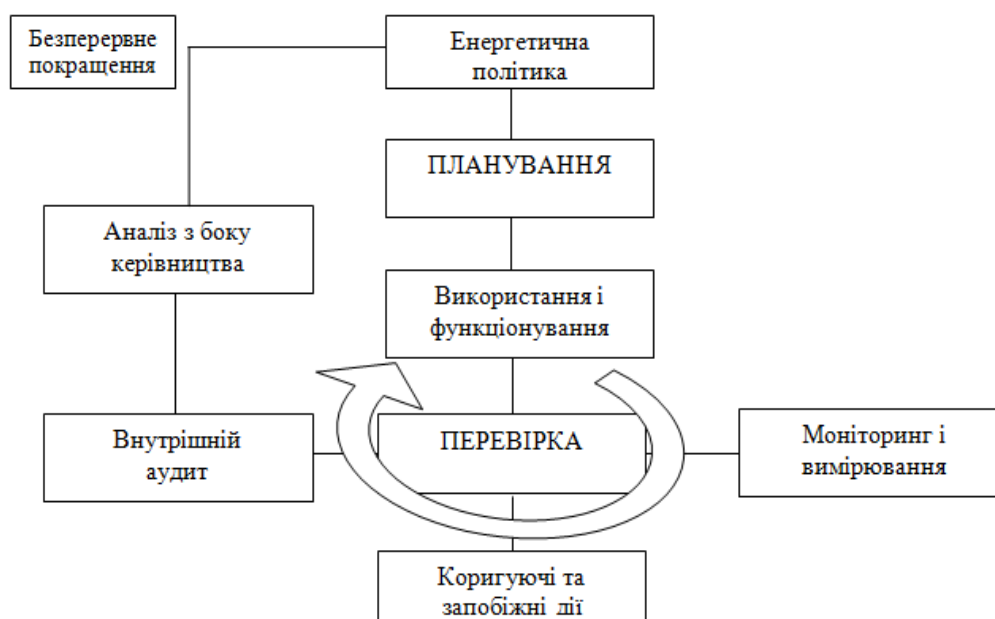


Рис. 2. Модель системи енергетичного менеджменту (цикл PDCA)

Ефективність в сучасній промисловості та інших секторах економіки досягається не тільки за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а також за рахунок змін у методах і способах управління. Система енергоменеджменту дозволяє оптимізувати витрати на енергетичні ресурси в організації будь-якого типу та рівня.

Прийняття компанією концепції енергетичного менеджменту має позитивний вплив на її організаційні та технічні процедури, а також на модель поведінки з метою скоротити загальне операційне енергоспоживання (в тому числі енергоспоживання виробничих площадок), економічно витратити основні та допоміжні матеріали і постійно покращувати свою енергоефективність в цілому.

Інвестиції в покращення енергоефективності проводяться на основі результатів систематичних вимірювань витрати енергії. Функціонуюча система енергоменеджменту допомагає компанії постійно і систематично покращувати свою енергоефективність, беручи до уваги також і інші доречні та законні рекомендації. Система енергоменеджменту визначає організаційні та інформаційні структури, необхідні ресурси, а також політику в галузі енергетики, планування, розгляд / впровадження та використання, моніторинг та вимірювання, контроль і корекцію, внутрішніх аудиторів, регулярний аналіз з боку керівництва.

З огляду на постійне підвищення цін та дефіцит ПЕР, енерговикористання необхідно розглядати як окрему сферу діяльності виробничо-господарських об'єктів, управлінською діяльністю в якій повинні займатися спеціально підготовлені фахівці – енергетичні менеджери.

Енергетичний менеджер – це фахівець, який виконує певні функції з метою досягнення ефективного використання енергетичних ресурсів за умови забезпечення мінімально необхідних потреб організації в енергії та найменшому негативному впливі на навколишнє середовище. Професійна діяльність енергоменеджера спрямована на організацію ефективного використання ПЕР та включає:

- участь у складанні енергетичного паспорта підприємства та організації;
- збір даних по споживанню ПЕР з використанням лічильників та контрольно-вимірювальної апаратури;
- збір даних по потоках сировини, ПЕР та готової продукції;
- складання та аналіз енергетичних балансів;
- розрахунки ключових даних по підвищенню ефективності використання енергії в цілому по підприємству та окремих виробництвах;
- розробку, планування та впровадження заходів щодо економії енергії, які не вимагають інвестицій, або з мінімальними інвестиціями;
- розробку, оцінку, визначення та планування пріоритетних заходів щодо економії енергії;
- визначення норм споживання ПЕР;
- інформування керівництва підприємства про діяльність енергетичного менеджменту та заходи, що впроваджуються і спрямовані на економію енергії;
- участь у складанні виробничих планів, бюджету та виробничої стратегії підприємства;
- впровадження нових технологій на існуючих та нових енергосистемах для підвищення енергоефективності виробництва;
- управління групою з раціонального використання енергії, а також проектами в сфері енергозбереження;
- проведення внутрішнього енергетичного аудиту;
- розроблення пропозицій щодо зацікавленості персоналу в економії енергії.

Для підготовки високопрофесійних фахівців з енергетичного менеджменту в Україні у вищих навчальних закладах створено спеціальність «Енергетичний менеджмент». Ініціатор відкриття і лідер у становленні й розвитку цієї спеціальності є Інститут енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», якому надано повноваження базового інституту з підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації у сфері енергоефективності й енергоменеджменту.

Спеціальність «Енергетичний менеджмент» передбачає необхідність вивчення студентами широкого кола навчальних дисциплін, які можна поділити на предмети, пов'язані з питаннями електроенергетики, теплоенергетики та загального менеджменту. Крім суто енергетичних дисциплін, студенти мають засвоїти низку досить специфічних для технічної спеціальності предметів, зокрема, таких як ринки енергії та ціноутворення на них, управління проектами енерговикористання, маркетинг в енергетиці, управлінська економіка, керування енерговикористанням тощо.

З іншого боку, підготовка хорошого фахівця з енергетичного менеджменту вимагає отримання студентами не тільки глибоких теоретичних знань, але й вмінь та навичок практичного вирішення відповідних реальних задач. Більшість професійно орієнтованих дисциплін, які викладаються магістрантам та аспірантам цієї спеціальності, потребують поглибленого вивчення. Одним з можливих шляхів вирішення цієї проблеми є запровадження певної спеціалізації до процесу підготовки фахівців з енергетичного менеджменту. Така спеціалізація може бути досягнута шляхом введення додаткових

навчальних дисциплін вільного вибору студентів, що дозволить створити різні напрями їх поглибленої освітньої підготовки – магістерські програми.

На сьогоднішній день на кафедрі електропостачання Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» створено два напрями спеціалізації підготовки магістрів з енергетичного менеджменту. Перший з них – «Менеджмент енерговикористання» поряд з обов'язковими дисциплінами включає такі спеціалізовані дисципліни: «Розробка та впровадження систем енергетичного менеджменту», «Інформаційно-комунікаційні технології в енергоменеджменті», «Економічна політика в енергетиці» та «Управління енерговикористанням у ринкових умовах».

До другого напрямку підготовки – «Інноваційні методи та технології підвищення енергоефективності» віднесені такі спеціалізовані дисципліни: «Технічні засоби та методи керування енергоспоживанням», «Мікроенергетичні системи», «Системи силової електроніки», «Сучасні методи та технології енергетичного аудиту» а також «Інноваційні технології енергозбереження».

Перший напрям спеціалізації підготовки магістрів є більш орієнтованим на поглиблене вивчення дисциплін, пов'язаних з питаннями загального менеджменту, створення та функціонування систем енергетичного менеджменту, а також з питаннями управління споживанням та використанням ПЕР як на рівні держави, так і на рівні окремих підприємств, організацій чи установ.

Другий напрям спеціалізації підготовки магістрів передбачає більш вивчення дисциплін, пов'язаних з технічними та технологічними аспектами енергетичного менеджменту, зокрема, з методами та засобами підвищення ефективності використання ПЕР.

В умовах прийняття нового Закону України «Про вищу освіту» від 1 липня 2014 року № 1556-VII та у зв'язку з наповненням новим сучасним змістом навчання, систематизації і коригування навчальних планів бакалаврської підготовки, а також забезпечення наскрізної підготовки бакалавр, магістр, доктор філософії створено перелік спеціалізації магістерської та аспірантської підготовки, а саме:

1. Інноваційні методи та технології підвищення енергоефективності.
2. Менеджмент енерговикористання.
3. Інтегровані системи енергетичного менеджменту згідно стандарту ISO 50001.
4. Системи енергетичного менеджменту для промислових та муніципальних об'єктів.
5. Системи енергетичного менеджменту для оптимізації режимів виробництва, розподілу та використання енергії.
6. Комплексне керування енергозабезпеченням підприємств.
7. Лібералізовані енергетичні ринки.
8. Інформаційно-комунікаційні технології в енергоменеджменті.

Висновки

1. Підвищення енергоефективності – ключове завдання модернізації та інноваційного розвитку національної економіки України. Енергоефективність в сучасних умовах сьогодні в країнах ЄС досягається в основному не за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а за рахунок змін у методах і способах управління.

2. Впровадження системи енергоменеджменту вимагає системного підходу до підвищення енергоефективності. У довгостроковій перспективі це веде до відсутньої економії енергетичних ресурсів, скорочення витрат і підвищення ефективності процесів. На макrorівні це сприяє покращенню ситуації по відношенню до навколишнього середовища. Впровадження системи енергоменеджменту має низку переваг, наведемо основні з них: зниження витрат, захист навколишнього середовища, раціональне господарювання, покращення престижу компанії в очах громадськості.

3. Фахівець з енергетичного менеджменту – це високопрофесійний спеціаліст, який повинен володіти інженерними знаннями, методами аналізу та ефективного управління виробничими процесами, передачі і перетворення енергії, мати навички проведення енергетичного аудиту, виявляти і ліквідувати причини втрат енергії, забезпечувати підвищення енергетичної ефективності у суспільному виробництві, управляти проектами енерговикористання.

4. Запровадження нових магістерських і аспірантських програм дасть змогу готувати високопрофесійних фахівців, глибше вивчати принципово важливі для їх професійної підготовки дисципліни в одному з обраних напрямів.

Список літератури

1. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк. – К. : УЕЗ, 1998. – 506 с.
2. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Механізми реалізації політики енергозбереження / За ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. – К. : Академперіодика, 2006. – Т.І. – 510 с.

3. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 р. № 74/94-ВР [Електронний ресурс]. – Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. – Режим доступу до документа: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=74%2F94-%E2%F0>.
4. Денисюк С.П. Формування політики підвищення енергетичної ефективності – сучасні виклики та європейські орієнтири // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. – 2013. – № 2. – С. 7–22.
5. Бушуев В.В. Энергоэффективность (социально-технологические и экономические аспекты) – Режим доступа : http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/Bushuev_Strong_Rus-25.06.10.doc.
6. Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Doc. COM (2010) 639 final. Brussels, 10.11.2010 [Electronic resource] // EUR-Lex. Access to European Union law. – Mode of access: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0639:FIN:EN:PDF>>.
7. EU Energy Efficiency Policy – Achievements and Outlook. – Brussels: European Parliament, Directorate general for internal policies, 2010, 213 p.
8. EU Energy trends to 2030 – Update 2009. –Brussels: European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, 2010. – 180 p.
9. Политика энергоэффективности. Рекомендации. – Париж: МЭА, 2009. – 86 с.
10. Находов В.Ф., Бориченко О.В., Кочетова К.К. Аналіз діючих в Україні методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів // «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро : інформ. зб. – 2007. – №2. – С. 42–48.
11. Основы энергосбережения / Т.Г. Поспелова. – Минск: УП «Технопринт», 2000. – 353с.
12. Energy management handbook / by Wayne S. Turner. – 3-rd ed. 1997. – 702 p.
13. Энергетический менеджмент / [А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др.] – К.: ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.: ил.
14. Праховник А.В., Іншеков Є.М. Енергетичний менеджмент: суттєві фактори, цілі, ієрархія, об'єкт діяльності // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Вип. 3/2004 (26) – 2004. – С. 75-79.
15. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Роль і місце енергетичного менеджменту в системі конкретних функцій менеджменту підприємством // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – № 1 (78). – 2013. – С. 148-152.
16. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Енергетичний менеджмент – системний підхід до моніторингу та керування енергетичними процесами // «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку» : І міжнар. наук.-практ. і навч.-метод. конф., 27–29 травня 2014 р.: тези доп. – К., 2014. – С. 9–10.
17. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use.
18. ГОСТ Р ИСО 50001:2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2012. – 60 с.
19. Введення в енергетичний менеджмент : підручник / А.В. Праховник, Є.М. Іншеков, Є.А. Штогрин. – К.: НТУУ «КПИ», 2010. – 272 с.

S.P. Denysiuk, O.V. Borichenko

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

THE THEORETICAL BASES CONSTRUCTION OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS IN UKRAINE

It was shown, that creation of conditions and mechanisms for energy efficiency is required for innovative and energy efficient development of Ukrainian economy at all levels of governance. The concept of "energy efficiency" in various legal acts was analyzed and energy efficiency is determined as the most important resource and guarantee for the formation of development capacity for our country.

Achievement of concrete raise of energy efficiency for enterprises and organizations must be based not only on technical solutions but also in more modern management. We also need to highlight, that energy management is a tool that can provide cost savings at the expense of competent energy policy on the use of energy resources for the industrial and commercial facilities. The standard ISO 50001 provides a basis for integrating issues about energy efficiency into the overall concept of management organization and other management systems.

Professional orientation of the energy manager is discussed in this paper with a number of specializations of graduate and postgraduate training for specialty "Energy Management".

Keywords: energy efficiency, energy conservation, energy efficiency index, energy management, energy manager, specialization in Energy Management.

1. Enerhozberezhennia – priorytetnyi napriamok derzhavnoi polityky Ukrainy / M.P. Kovalko, S.P. Denysiuk. – K. : UEZ, 1998. – 506 s.
2. Stratehiia enerhozberezhennia v Ukraini: Analitichno-dovidkovi materialy v 2-kh tomakh: Mekhanizmy realizatsii polityky enerhozberezhennia / Za red. V.A. Zhovtianskoho, M.M. Kulyka, B.S. Stohniia. – K. : Akadempriodyka, 2006. – T.1. – 510 s.
3. Zakon Ukrainy «Pro enerhozberezhennia» vid 01.07.1994 r. # 74/94-VR [Elektronnyi resurs]. – Ofitsiinyi veb-sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. – Rezhym dostupu do dokumenta: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=74%2F94-%E2%F0>.
4. Denysiuk S.P. Formuvannia polityky pidvyshchennia enerhetychnoi efektyvnosti – suchasni vy klyky ta yevropeiski oriientyry // Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia. – 2013. – # 2. – S. 7–22.
5. Bushuev V.V. Enerhoeffektyvnost' (sotsyal'no-tekhnolohycheskye y ekonomycheskye aspekty) – Rezhym dostupa : http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/Bushuev_Strong_Rus-25.06.10.doc.
6. Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Doc. COM (2010) 639 final. Brussels, 10.11.2010 [Electronic resource] // EUR-Lex. Access to European Union law. – Mode of access: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0639:FIN:EN:PDF>>.
7. EU Energy Efficiency Policy – Achievements and Outlook. – Brussels: European Parliament, Directorate general for internal policies, 2010, 213 p.
8. EU Energy trends to 2030 – Update 2009. – Brussels: European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, 2010. – 180 p.
9. Polytyka enerhoeffektyvnosti. Rekomendatsyy. – Paryzh: МЭА, 2009. – 86 s.
10. Nakhodov V.F., Borychenko O.V., Kochetova K.K. Analiz diiuchykh v Ukraini metodyk normuvannia rytomykh vytrat palyvno-enerhetychnykh resursiv // «Promyslova elektroenerhetyka ta elektrotekhnika» Promelektro : inform. zb. – 2007. – #2. – S. 42–48.
11. Основы энергосбережения / Т.Н. Pospelova. – Mynsk: UP «Tekhnoprynt», 2000. – 353s.
12. Energy management handbook / by Wayne C. Turner. – 3-rd ed. 1997. – 702 p.
13. Enerhetycheskyu menedzhment / [A.V. Prakhovnyk, A.Y. Solovey, V.V. Prokopenko y dr.] – K.: IEE NTUU «KPY», 2001. – 472 s.: yl.
14. Prakhovnyk A.V., Inshekov Ye.M. Enerhetychnyi menedzhment: sutteviy faktory, tsili, ierarhiia, ob'ekt diialnosti // Visnyk Kremenchutskoho derzhavnoho politekhnichnoho universytetu. – Vyp. 3/2004 (26)/ – 2004. – S. 75-79.
15. Zin M.M., Pidhainyi Yu.B. Rol i mistse enerhetychnoho menedzhmentu v systemi konkretnykh funktsii menedzhmentu pidpryemstvom // Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. – # 1 (78). – 2013. – S. 148-152.
16. Stohnii B.S., Kyrylenko O.V., Denysiuk S.P. Enerhetychnyi menedzhment – systemnyi pidkhid do monitorynhu ta keruvannia enerhetychnymy protsesamy // «Enerhetychnyi menedzhment: stan ta perspektyvy rozvytku» : I mizhnar. nauk.-prakt. i navch.-metod. konf., 27–29 travnia 2014 r.: tezy dop. – K. , 2014. – S. 9–10.
17. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use.
18. HOST R YSO 50001:2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования к руководству по применению». – M.: Standartynform, 2012. – 60 s.
19. Vvedennia v enerhetychnyi menedzhment : pidruchnyk / A.V. Prakhovnyk, Ye.M. Inshekov, Ye.A. Shtohryn. – K. : NTUU «KPI», 2010. – 272 s.

УДК 620.9: 658.26

С.П. Денисюк, д-р. техн. наук, профессор
Е.В. Бориченко, канд. техн. наук, доцент

**Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В УКРАИНЕ**

Показано, что инновационное и энергоэффективное развитие украинской экономики на всех уровнях управления требует создания условий и механизмов для повышения энергетической эффективности. Проанализировано понятие «энергоэффективность» в различных нормативно-правовых актах и определено, что энергоэффективность является важнейшим ресурсом и гарантом формирования необходимого потенциала для развития государства.

Достижение реального повышения энергетической эффективности предприятий и организаций должно базироваться не только на технических решениях, но и на более современном управлении. Выделено, что энергетический менеджмент является инструментом, который может обеспечить

производственно-хозяйственным объектам экономии средств за счет проведения грамотной энергетической политики по использованию энергетических ресурсов. Стандарт ISO 50001 создает основы для интеграции вопросов энергоэффективности в общую концепцию менеджмента организации и с другими системами менеджмента.

Определены направленность профессиональной деятельности энергетического менеджера и ряд специализаций магистерской и аспирантской подготовки по специальности «Энергетический менеджмент».

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, показатель энергоэффективности, энергетический менеджмент, энергетический менеджер, специализации по энергоменеджменту.

Надійшла 12.02.2015

Received 12.02.2015

УДК 621.311

О. С. Яндульський, д-р техн. наук, професор, А.Б. Нестерко
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З ВІРТУАЛЬНОЮ ІНЕРЦІЄЮ НА ПРОЦЕСИ РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ ТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вплив відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на основні режимні параметри електроенергетичної системи (ЕЕС) в усталених та перехідних режимах зумовлює зміни в роботі систем керування ЕЕС. В умовах змінного генерування ВДЕ системи керування повинні підтримувати основні режимні параметри в заданих межах та забезпечувати стійку роботу ЕЕС, що є першочерговою задачею керування режимом. Впровадження ВДЕ ставить нові вимоги до швидкодії та інформаційного забезпечення систем керування. Приєднання до мережі ВДЕ за допомогою силових перетворювачів (інверторів) зменшує постійну інерцію ЕЕС, що призводить до пришвидшення перехідних процесів зміни частоти. В статті запропоновані підходи до планування резервів кінетичної енергії ЕЕС та використання контролерів віртуальної інерції вітрових електростанцій для зменшення швидкості перехідних процесів зміни частоти ЕЕС.

Ключові слова: регулювання частоти та потужності, відновлювані джерела енергії, вітрова турбіна, кінетична енергія, інерційний відгук

Вступ

Відомо, що відхилення миттєвої частоти ЕЕС від номінальної характеризує миттєвий небаланс між виробництвом та споживанням електричної енергії. Межі відхилення системної частоти регламентуються ГОСТ 13109-97, при цьому основною задачею системи регулювання частоти та потужності ЕЕС є безперервна підтримка частоти у заданих межах (рис.1).

Аналіз роботи систем первинного та вторинного регулювання показав, що на інтервалі часу від моменту збурення до 5с системна частота підтримується виключно за рахунок накопиченої кінетичної енергії в синхронних обертових масах генераторів. Електрична потужність, отримана з накопиченої кінетичної енергії, називається інерційним відгуком [1], при цьому загальносистемний параметр, який характеризує всю накопичену кінетичну енергію генераторів, електрично приєднаних до ЕЕС, називається постійною інерцією ЕЕС (H_i). У зв'язку з безперервним процесом оперативного керування параметр H_i залежить від часу.

Приєднання до мережі генеруючих потужностей, в тому числі ВДЕ, за допомогою силових перетворювачів (інверторів) зменшує постійну інерцію ЕЕС. Зменшення постійної інерції ЕЕС призводить до пришвидшення перехідних процесів зміни частоти. Зважаючи на це, автоматичне регулювання частоти та потужності (САРЧП) повинно забезпечити швидшу активацію резервів потужності при виникненні небалансу. Проте час активації первинних резервів потужності обумовлений не лише часом