

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ  
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**МАТЕРІАЛИ**

**XVI Всеукраїнської**

**науково-технічної**

**конференції**

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ**

**ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

## ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Голова:**

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

**Замісники:**

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

**Члени оргкомітету:**

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: Тітлов О.С., завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

**А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології /** Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

**ББК 31:20.1**

**ISBN 978-966-930-137-6**

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

## **СЕКЦІЯ 5:**

### **. ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ**

#### **ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

#### **ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

У вихідні дні відбувається зниження витрат теплової енергії, в результаті запрограмованого алгоритму управління ІТП. Відповідно, це призводить до зниження температури в приміщенні на третьому поверсі від 18,8 °С до 17,3 °С (крива 6 рис. 1), що цілком прийнятно, оскільки в цей час відсутні люди на робочих місцях. Різниця температур в приміщенні на другому і третьому поверхах (в межах 2,0 °С) полягає в тому, що на другому поверсі була проведена заміна старого вікна на сучасне металопластикове вікно. Як результат, в такому приміщенні температура повітря в середньому становить 21,0 °С, а приміщення на третьому поверсі значно швидше охолоджується, особливо у нічний час. Різкі стрибки на рис. 1-2 відповідають переходам з денного графіка регулювання на нічний і навпаки.

На основі проведених експериментальних досліджень було визначено економію теплової енергії від впровадження ефективного управління теплоспоживанням будівлі за допомогою ІТП у порівнянні з нерегульованою системою тепlopостачання елеваторного типу. Для цього визначались питомі тепловитрати на опалення для двох систем тепlopостачання і відповідно розраховувалась економія тепловитрат [2].

#### **Висновки**

Звичайно, впровадження оптимального управління теплоспоживанням будівлі на основі використання ІТП дали свої позитивні результати. Як показали довготривалі детальні експериментальні дослідження, таким чином вдалося зекономити споживання теплової енергії в середньому за опалювальний період до 15 %.

#### **Література**

1. Пат. 70590 Україна, МПК (2012.01), F24D 15/00, F24D 3/02 (2006.01). Індивідуальний тепловий пункт / А. А. Долінський, Б. І. Басок, О.М. Лисенко, А.О. Авраменко, А.Р. Коба, А.І. Тесля, М.А. Хибина; заявник та власник Інститут технічної теплофізики НАН України. – № u 201109780; заявл. 08.08.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. № 12. – 3 с.
2. Лисенко О. М., Кужель Л. М., Божко І. К. Управління тепlopостачанням будівлі на основі використання індивідуального теплового пункту оригінальної конструкції // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 1, N 8(73). – С. 61-67.

УДК 697.91.94.97

## **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

**Жихарева Н. В., канд. техн. наук, доцент**

**Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

*Рассмотрены вопросы особенности оптимального управления системами кондиционирования воздуха. При проектировании систем кондиционирования воздуха необходимо решать актуальную задачу энергосбережения с учетом оптимального управления обеспечивая - поддержание комфортных параметров.*

***Ключевые слова:** кондиционирование воздуха, оптимальное управление, тепло-влажностная нагрузка, энергетические затраты*

*The questions of particular optimal control of air conditioning systems. When designing air conditioning systems need to solve the actual problem of energy saving in view of ensuring optimal control - maintaining comfort settings.*

Создание микроклимата в помещении одной из наиболее сложных задач при разработке и реализации системы кондиционирования. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) являются одними из самых энергоемких систем инженерного оборудования зданий и сооружений. Энергетические затраты на кондиционирование составляет 30 - 50 % от стоимости эксплуатации зданий [1]. Поэтому проблема энергосбережения является одной из самых важных задач эффективности использования энергии в процессах кондиционирования воздуха.

Эффективность работы СКВ возможно значительно увеличить, если неотъемлемой частью системой кондиционирования воздуха является оптимальное управление.

В задачи оптимального управления системы кондиционирования входит: оптимизация параметров системы кондиционирования воздуха, автоматическая стабилизация параметров воздуха; программное изменение этих параметров; местный и оперативный контроль; защита и устранение аварийных ситуаций.

В настоящее время СКВ и системы общей вентиляции потребляют до 40% энергоресурсов страны из них 10% электроэнергии. Капитальные затраты на СКВ составляют 20% общей стоимости зданий, а эксплуатационные – от 30% до 50% всей стоимости эксплуатации. Энергосбережение в СКВ представляет собой сложную задачу, которая должна решаться комплексно на всех стадиях при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации. [2]

Системы комфортного и технологического кондиционирования воздуха являются сложными техническими комплексами и имеют особенности :

1. Широкий диапазон изменения исходных данных (параметров внешней среды, нагрузок, отклонений регулируемых параметров);
2. Разнородность регулируемых параметров (термодинамические, аэродинамические, химические);
3. Объекты управления системы кондиционирования помещения имеют сложные нелинейные характеристики, обладающие разной инерционностью (существенной в тепловых процессах и незначительной в аэродинамических).

При оптимизации процессов обработки воздуха в системах кондиционирования воздуха имеют дело с информационно-управляемой системой, как совокупностью технических средств автоматизации и комплекса оборудования, обеспечивающего данный процесс.

Управляемая система функционально состоит из установки кондиционирования воздуха: фильтр, воздушнонагреватель, воздухоохладитель, вентилятор и помещения. (рис.1)

В характеристику системы входят:

1. Нагрузки помещения:  $Q$ -тепловая нагрузка, Вт;  $W$ - влажностная нагрузка, кг/с,  $G$ -расход воздуха, кг/с;
2. Регулируемые параметры воздуха в помещении:  $t_v$ -температура, °C ;  $\varphi_v$ - относительная влажность воздуха, % ,  $d_v$ -влажностное содержание, кг/кг с.в.,  $h_v$  – энтальпия кДж/кг;  $\omega_v$ - скорость воздуха, м/с;
3. Гигиенические и технологические показатели, а именно: тепловой комфорт, различные физические параметры изделий, выпускаемых в процессе производства.

Всю эту гамму характеристик оценивают через соответствующие параметры воздуха. Например, для создания комфортных условий необходимо сочетание определенных значений температуры  $t_v$ , влажности  $\varphi_v$  и подвижности воздуха  $\omega_v$ .

Для обеспечения технологии производства по отклонениям контролируемых технологических параметров определяют допустимые отклонения температуры  $\Delta t_v$  и влажности  $\Delta \varphi_v$  из модели.

Основными уравнениями модели являются; уравнения полной теплоты( $Q$ ), влаги( $W$ ) , газов ( $M$ ) и явной теплоты ( $Q_y$ )в помещении: [1,5]

Таким образом, перевод допустимых отклонений технологических параметров в отклонения параметров воздушной среды - является ответственным начальным этапом работ по оптимальному управлению систем кондиционирования воздуха. Этот этап должен решаться совместно специалистом и специалистом – технологом.

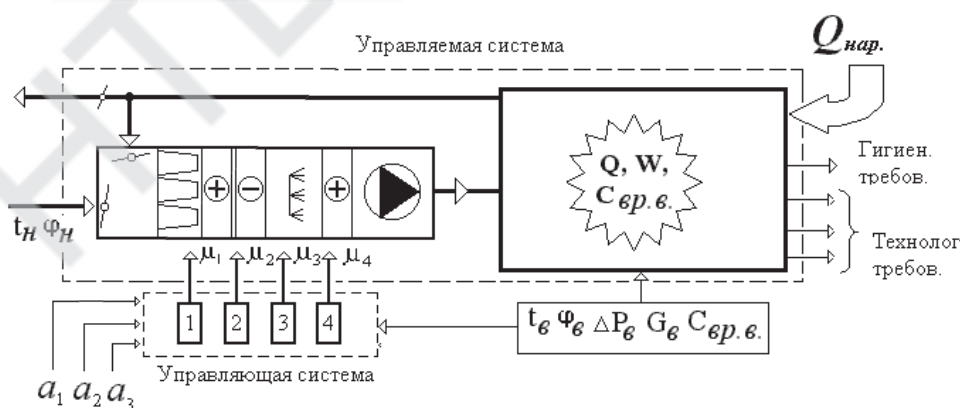


Рис.1 – Принципиальная схема управления системой технологического кондиционирования воздуха

$$G_{n1} + G_{Y1} - G_p + \sum_{i=2}^n G_{ni} - \sum_{j=2}^m G_{yj} = 0 \tag{1}$$

$$G_{n1} \cdot h_{n1} - G_{y1} h_{y1} - G_p h_p + \sum_{i=2}^n G_{ni} h_{ni} - \sum_{j=2}^m G_{yj} h_{yj} + \Delta Q + \Delta Q' = 0 \quad (2)$$

$$G_{n1} d_{n1} - G_{y1} d_{y1} - G_p d_p + \sum_{i=2}^n G_{ni} d_{ni} - \sum_{j=2}^m G_{yj} d_{yj} + \Delta W + \Delta W' = 0 \quad (3)$$

$$G \frac{\chi_{n1}}{\rho_{n1}} - G_{y1} \frac{\chi_{y1}}{\rho_{y1}} - G_p \frac{\chi_p}{\rho_p} + \sum_{i=2}^n G_{ni} \frac{\chi_{ni}}{\rho_{ni}} - \sum_{j=2}^m G_{yj} \frac{\chi_{yj}}{\rho_{yj}} + M_{\Gamma} = 0 \quad (4)$$

$$C_p G_{n1} t_{n1} - C_p G_{y1} t_{y1} - C_p G_p t_p + C_p \sum_{i=2}^n G_{ni} t_{ni} - C_p \sum_{j=2}^m G_{yj} t_{yj} + \Delta Q_{\text{я}} + \Delta Q' = 0 \quad (5)$$

где  $G_n, G_y, G_p$  - расходы приточного, удаляемого и рециркуляционного воздуха кг/с;  $h_n, h_y, h_p$  - энтальпия приточного, удаляемого и рециркуляционного воздуха кДж/кг;  $d_n, d_y, d_p$  - влагосодержание приточного, удаляемого и рециркуляционного воздуха кг/кг с.в.;  $t_n, t_y, t_p$  - температура приточного, удаляемого и рециркуляционного воздуха, °С  $\chi/p, \chi/y, \chi/p$ , концентрация и плотность приточного, удаляемого и рециркуляционного воздуха.;  $\Delta G_m, \Delta Q_m, \Delta W_m, \Delta M_g, \Delta Q_{\text{я}}$  - десбалансы местной вентиляции по воздуху, полной теплоте, влаги, газам и явной теплоте.

На объект оптимального управления оказывают влияние с одной стороны нагрузки в помещении, с другой стороны - внешняя среда через ограждения и с наружным воздухом, поступающим в СКВ. Кроме возмущающих воздействий на объект управления воздействует управляющая система. Управляющие (регулирующие) воздействия (на схеме:  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ ) определяются положением регулирующих органов на воздушной линии, линиях тепло - и хладоносителя. [2,3].

Нами показано, что существует задача решения оптимального управления комплексная. Погрешность такой системы максимальна, а ее стоимость минимальна. Улучшая характеристики оптимального регулирования, переходя на более совершенные законы регулирования погрешность регулирования можно уменьшить. При этом увеличатся капитальные затраты и уменьшатся эксплуатационные расходы на энергию, необходимую для обработки воздуха.

Приведенные затраты имеют свой минимум, который соответствует экономически оправданный выбор средств оптимального управления.

При работе оптимальной системы управления систем кондиционирования воздуха следует придерживаться основного принципа технической организации управления СКВ, а именно выделение трех уровней: 1 уровень - определение оптимальных параметров; 2 - регулирование; 3 - управление

Методы регулирования достаточно хорошо разработаны, и они детально нами рассмотрены. Реализация 3 уровня - оптимального управления системы кондиционирования воздуха требует постоянной работы в плане создания новых способов и устройств, отвечающих требованиям

Используя данные исследования возможно подобрать энергосберегающую систему кондиционирования, позволяющую поддерживать параметры воздуха, имеющий важное значение для здоровья людей и технологического кондиционирования воздуха. [6].

#### Література

1. Грачев Ю.Г. Основы оптимизации систем кондиционирования микроклимата. - Пермь, изд. Перм, политехн,ин-та, 1987. - 80с.+ 1 вкл..
2. Богословский В.Н. Три аспекта создания здания с эффективным использованием энергии. //АВОК 1998, - С. 32- 36.
3. Табунщиков Ю.А. Бродач. М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС. - 2002. - 194 с
4. Жихарева Н.В. Осоловості розрахунку теплопиплівів в приміщення при кондиціонуванні повітря // Холодильна техніка і технологія 2015. -№8. -С. 53 - 57
5. Жихарева Н.В. Хмельнюк М.Г. Оценка энергетической эффективности системы охлаждения плодоовощехранищ // Холодильна техніка 2015. -Том.51 №3. -С. 22 - 25
6. Жихарева Н.В. . Моделювання і оптимізація системи кондиціонування повітря - Одеса: «ТЭС», 2016. - 170 с + додатки

ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВОГО ВОДОТРУБНОГО КОТЛА ДКВР – 10/14 <i>Редько А.О., Давіденко А.В.</i> .....	199
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ С КОМПОЗИЦИОННЫМИ КАПИЛЛЯРНЫМИ СТРУКТУРАМИ <i>Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В.</i> .....	201
РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗМОРОЖУВАННЯ М'ЯСА В ТУШАХ, ПІВТУШАХ ТА ЧЕТВЕРТИНАХ <i>Желіба Ю.О., Желіба Т.О.</i> .....	204
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ <i>Кифоренко В. С., Кіріяк Г.В.</i> .....	205
КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВА <i>Коваль В.Г.</i> .....	207
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕРАХ <i>Лисица А. Ю., Петухов И. И., Михайленко Т. П., Немченко Д. А.</i> .....	208
РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ЛЬДОАКАМУЛЯТОРІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ПЛАВЛЕННЯ ЛЬОДУ <i>Пилипенко О.Ю., Засядько Я.І., Форсюк А.В., Грищенко Р.В.</i> .....	210
ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АПАРАТА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ МОЛОКА <i>Постнов Г.М., Червоний В.М., Шипко Г.М.</i> .....	211
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ БУДІВЛІ <i>Басок Б.І., Давіденко Б.В., Лисенко О.М.</i> .....	213
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА <i>Жихарева Н. В.</i> .....	216
АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НАСОСОВ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК <i>Скалозубов В.И., Чжоу Хушуй.</i> .....	219
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ <i>Озолин Н.Е., Титлов А.С., Краснопольский А.Н.</i> .....	225
НОВЫЕ СХЕМЫ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА <i>Осадчук Е.А., Васылив О.Б., Кирилов В.Х., Мазуренко С.Ю.</i> .....	238
МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР <i>Петушенко С.Н., Олейник Е.В.</i> .....	241
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ (АХП) <i>Титлова О.А., Ольшевская О.В.</i> .....	243
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА <i>Титлов А.С., Дьяченко Т.В., Артюх В.Н., Альсаид Хекмат</i> .....	247
ЗАСТОСУВАННЯ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І СИРОВИНИ <i>Титлов О.С., Приймак В.Г.</i> .....	247
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН <i>Мазуренко С.Ю., Озолин Н.Е., Савинков П.В.</i> .....	249
АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАДКРИТИЧНОЇ ФЛЮЇДНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ <i>Лук'янова О.С., Бошкова І.Л.</i> .....	250
ПРИМЕНЕНИЕ ВПРЫСКА ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТИ В ТЕРМОПРЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВНОГО ВОЗДУХА ДВС <i>Коновалов Д.В., Кобалава Г.А.</i> .....	253
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ В СИСТЕМЕ ТУРБОНАДДУВА СРЕДНЕОБОРОТНЫХ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ <i>Коновалов Д.В., Джуринская А.А.</i> .....	255
ТЕНДЕНЦІЇ ЕКСПОРТУ, ІМПОРТУ СПГ У СВІТІ <i>Дьяченко Т.В., Артюх В.М.</i> .....	257
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРА И ПЛОСКОСТИ <i>Титлов А.С., Двирный В.В.</i> .....	260

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ  
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **МАТЕРІАЛИ**

**XVI Всеукраїнської  
науково-технічної конференції**

# **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

**5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса**

Підписано до друку 28.09.2016 р.  
Формат 60x84/8. Папір Офс.  
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,  
73033, м. Херсон, а/с 15  
e-mail: dimg@meta.ua  
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011