

О.Г. Бурдо, Ф.А. Трішин, І.І. Яровий

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ
ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ
ЕЛЕКТРОННИЙ ДОВІДКОВИЙ ПОСІБНИК**

м. Одеса

2019 р.

ПЕРЕДМОВА

Енергія - це товар, ефективне використання якого у виробництві і послугах дасть прибуток, а марнотратне - зробить банкрутом...

Виробництво продуктів харчування в Україні вимагає витрат енергії в 2 ... 5 разів більших, ніж в індустріально розвинених країнах. Історичні передумови гальмують процес підвищення енергетичної ефективності як в країні в цілому, так і на підприємствах харчових галузей зокрема. В Україні щодня можна економити декілька десятків мільйонів гривень за рахунок впровадження енергоефективних процесів і технологій.

Підприємства АПК є лідерами за кількістю споживаних енергетичних ресурсів. До 19% паливо - енергетичних ресурсів у країні витрачається підприємствами АПК. При цьому до 40% енергії в харчових технологіях може заощаджуватися за рахунок простих, безвитратних та малозатратних методів енергозбереження. Все ще малопопулярною залишається ідея того, що інвестувати в енергоефективні проекти є економічно вигідним. Однак саме такі інвестиції окупаються на протязі досить короткого часу, за рахунок того, що знижуються витрати енергії, ціна якої вже світового рівня. На першому етапі модернізацій, потрібно зовсім небагато витрат для того, щоб істотно знизити витрати енергії на діючому обладнанні. Величезні резерви таяться у ліквідації таких звичних для нас прямих втратах ресурсів. Саме вони найчастіше дають до 75% втрат енергії.

Переведення харчових технологій на прогресивні принципи, особливо на високотехнологічні способи адресної доставки енергії та нанотехнології, відкривають нові можливості удосконалення виробництва при істотному зниженні витрат ресурсів.

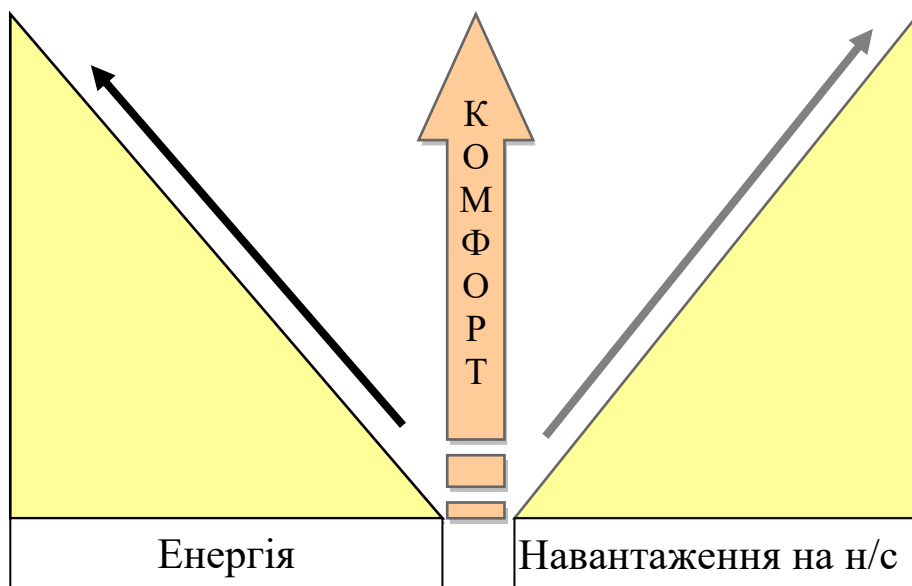
У довідковому посібнику представлена велика інформація з розвитку енергетичних проблем в світі, в Україні, в бюджетній сфері, в АПК. Визначено специфіку енергетичної ситуації в Україні, енергетичної політики держави, обґрунтовано шляхи підвищення ефективності використання енергії в системних задачах. Представлені основні принципи енергетичного аудиту та менеджменту. Наведені приклади різкого скорочення витрат енергії та скорочення

втрат продукту в зерносушильних, харчоконцентратних, консервних, м'ясо-молочних, коньячних, хлібопекарських та інших технологіях. У довіднику використаний досвід консалтингової лабораторії «ТЕРМА», накопичений під час проведення енергетичних обстежень підприємств АПК Одеського регіону.

Посібник призначений для працівників АПК, викладачів і студентів, технологічних і економічних вищих навчальних закладів.

ВСТУП

Людина протягом всієї історії розвитку цивілізації прагнула підвищити рівень комфортності свого життя. Ступінь комфорту, якого досягала людина на черговому етапі, практично ніколи вже не знижувався. Це логічно в тенденціях розвитку всього людства. Природним є прагнення слаборозвинених країн підвищити рівень комфорту до стандартів західної Європи. Природним є бажання європейця поліпшити вже досягнуті життєві показники. Однак для збільшення рівня комфорту людині слід збільшити витрату ресурсів, і в першу чергу - енергії. Видобуток енергоносіїв та їх переробка мають прямий негативний вплив на середовище існування людини. Як наслідок - підвищення якості життя призводить до зростання навантаження на навколишнє середовище. Парадоксально, але збільшення рівню комфорту, неминуче погіршує умови середовища існування людини. Який же він - розумний баланс між рівнем комфорту та впливом на навколишнє середовище, чи можна розумно, без шкоди для природи використовувати енергоресурси? Як витрачати тільки абсолютно необхідну кількість енергії при збереженні досягнутого рівня комфорту і, навіть, підвищувати його.



Для задоволення зростаючих вимог комфортності в побуті, у сфері послуг і на виробництві (опалення, кондиціонування повітря, автоматизація, використання інформаційних технологій та ін.), людство витрачає все більше і більше енергії, відповідно зростає

навантаження на навколишнє середовище. Ми вже на порозі нового протиріччя - сучасний рівень видобутку і переробки енергоносіїв призвів до серйозних проблем із захистом навколишнього середовища. Забруднення довкілля все більше суперечить умовам комфортності існування людства. Слід негайно шукати шляхи різкого скорочення витрат енергоносіїв, зменшення інтенсивності процесу забруднення навколишнього середовища при подальшому підвищенні рівня комфортності існування людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алейников В.І., Бейко С.Б. Підвищення енергетичного к.к.д. у зерносушарці А1-ДСП-50 // наукові праці ОДАХТ, вип.21. – с.22-24.
2. Альтернативная энергетика и энергосбережение: современное состояние и перспективы /П.А. Капустяно, А.К. Кузин, Е.Л. Макаровский, Л.Л. Товажнянский, Л.М. Ульв, Е.Б. Черная. – Харьков: «Вокруг цвета», 2004. – 312 с.
3. Бурдо О.Г. Энергетический консалтинг в АПК Южного региона //Энергосберегающие технологии и автоматизация.–2001.–№1–2.–С.70–74.
4. Бурдо О.Г. Энергоэкономические аспекты развития перерабатывающей отрасли АПК // Зернові продукти і комбікорми, 2001 - № 4. – с. 58-60.
5. Бурдо О.Г. Энергетика пищевых технологий // Наукові праці ОНАХТ. – Выпуск 30 Т.1. - Одеса: Одеська національна академія харчових технологій-2007-с.4-11.
6. Бурдо О.Г. Проаналізуємо питомі витрати і невиправдані втрати тепла при сушінні збіжжя // Зерно і хліб. – Выпуск 1-2006.-С.52-54
7. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инженерно-физический журнал. Минск, т.78, № 1.-2005. - С.88-93.
8. Бурдо О.Г. Енергетика харчових нанотехнологій // Удосконалення існуючих та розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості. - Наук. праці Од. держ. акад. харчових технологій. -Одеса: 2004. -Вип. 27, -с.192-196.
9. Бурдо О.Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // ИФЖ. 2005. Т.78, №1. С. 88 – 93.
10. Бурдо О.Г., Донкоглов В.И. Развитие энерготехнологий сушки // Наукові праці. ОНАХТ – Выпуск 30 Т.1. - Одеса: Одеська національна академія харчових технологій -С. 208-213.
11. Бурдо О.Г., Зиков А.В., Воскресенська О.В. Энергоэкономні схеми екологічно безпечних зерносушарок // Зерно і хліб, 2005, № 4-с. 18-19.
12. Бурдо О.Г., Калинин Л Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах /Одесса: Друк, 2008. – 348 с.
13. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе - вода» / Одесса: «ТЕС», 2007. – 176 с
14. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М., Светличный П.И. Энергетические аспекты пищевых нанотехнологий //Інтегровані технології та енергозбереження.- 2005.- №2.- с. 34-38.
15. Бубялис Э., Макарявичюс В. Процессы переноса в тепловых насосах / Вильнюс: Мокслас, 1990. – 186 с.
16. Васильев Л.Л., Киселев В.Г., Матвеев Ю.Н., Молодкин Ф.Ф. Теплообменники – утилизаторы на тепловых трубах / Под редакцией Колыхана Л.И. – Мн.: Наука и техника, 1987.
17. Захаров Н.Д., Бурдо О.Г., Безбах И.В. Совершенствование энерготехнологий АПК //Інтегровані технології та енергозбереження.– 2001. –№2. –С.3–6.
18. Гришин М.А., Атаназевич В.И., Семенов Ю.Г. Установки для сушки пище-

вых продуктов: справочник // Агропромиздат- М., 1989.

19. Генерация пара//EUK – 9701/М/8. — Одесса: ОПУ – 1999 – 11с.

20. Інформаційно – аналітичний довідник ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В РЕГІОНАХ. Бюлетень, Київ, 2004, С.43.

21. Основы энерготехнологии промышленности / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, О.Б. АНИПКО, В.А. МАЛЯРЕНКО, Ю.А. АБРАМОВ, П.А. КРАВЦОВА, П.А. КАПУСТЯНКО – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 436 с.

22. Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Функциональные напитки / Одесса: Друк, 2007. – 288 с

23. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей / Е.Е. Александров, И.А. Кравец, Е.Н. Лысиков, Е.П. Масяткин, В.И. Просвирнин, О.В. Соловьев, А.А. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 544 с.

24. Рекуперация теплоты // EUK – 9701/М/10. — Одесса: ОПУ – 1999 – 11с.

25. Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А., Хавин А.А. Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов / Киев: наукова думка, – 2004, – 228 с.

26. Тепловая изоляция // EUK – 9701/М/7. — Одесса: ОПУ – 1999 – 11с.

27. Титарь С. Шевченко В. Ці сушарки економні – вибирай на смак // Зерно і хліб, 2005, № 3, -с. 52.

28. Федосеева С. Знані й незнані нюанси в способах сушіння // Зерно і хліб, 2005, № 3-с.

29. ISO 50001: цілі стандарту та особливості його впровадження в Україні. Навчальний посібник / С.П. Денисюк Інститут енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. – 208 с.

30. Энергетичний менеджмент і аудит. 1 частина: Підручник / М.Г. Хмельнюк, О.Ю. Яковлева, О.В. Остапенко. Під заг. ред. М.Г. Хмельнюк. – Херсон: ФОП Грінь Д.С. 2016. -224 с.

31. Burdo O.G., Terziev S.G., Zykov A.V. Optimization of Heat Pipes and Mass Recovery // 5–th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators”, September, 8–11, 2003.– Minsk, Belarus.– P.161–166.

32. Burdo O.G., Hou Zengqi, Miao Yongxiang. Heat Regimes Providing of Apparatus on Heat Pipes Basis. // Proc. Int. Symp. on Heat Pipe Research and Application, Shanghai (China). –1991. –V.1. –P.271–274.

33. Burdo O.G., Terzsiev S.G., Peretyaka S.N. Energy–saving Food Technologies on Heat Pipe Exchanger Basis / Proc. 9–th Int. Heat Pipes. Conf.– Albuquerque (New Mexico, USA). – 1995.– P.7–14.

34. Burdo O.G., Terzsev S.G., Knuish A.I., Kovalenko E.A. The New Ways of organization Heat Transfer in Food Industry Apparatuses / Proc. 5–th Int. Heat Pipes Symp.– Melbourne (Australia).– 1997.– P.7–14.

35. Burdo O.G., Bezbah I.V. Rotation Heat Pipes in Device for Heat Treatment of the Food – Stuffs Pipes and Mass Recovery // 6–th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat

Pumps, Refrigerators”, 8–11 September, 2005 – Minsk, Belarus. – p.316–319.

36. Burgo O.G., Gajda S., Knuish A.I. Heat aerodynamics reliability of the heat pipe exchangers // Proc.10-th Int. Heat Pipe conf.-Stuttgart (Germany).- 1997.- P.101-106.

37. Burdo O.G., Kovalenko E.A., Stanevsky O.L. Heat pipes in the processes and apparatuses of food productions // 3–th Int. Seminar “Heat Pipe, Heat Pumps, Refrigerators”, September, 15–18, 1997.– Minsk, Belarus.– P.130–134.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Енергозабезпечення. Історія. Статистика. Прогноз	6
1.1. Ресурси - глобальна світова проблема	6
1.2. Енергія і життя людини	6
1.3. Глобальна прогнозна модель «Римського клубу»	8
1.4. Розподіл енергоносіїв між країнами	9
1.5. Зростання населення планети	10
1.6. Динаміка індустріального розвитку	11
1.7. Прогноз вартості енергоносіїв	12
2. Енергетична криза в Україні	16
2.1. Потреба в енергетичних ресурсах	16
2.2. Енергетична ефективність економіки	18
2.3. Міжнародні зобов'язання України	24
2.4. Енергетична політика України	25
2.5. Законодавча база	26
2.6. Енергетичні парадокси України	28
2.7. Бар'єри при впровадженні енергоефективних технологій	29
2.8. Шляхи підвищення енергетичної ефективності економіки	30
2.9. Обґрунтування пріоритетів	31
3. Підвищення ефективності використання енергії в теплопостачанні	33
3.1. Актуальність проблеми	33
3.2. Енергетична ефективність систем теплопостачання	35
3.3. Досвід енергоефективних міст Європи	36
3.4. Шляхи підвищення енергетичної ефективності будівель	38
3.5. Система управління ефективністю використання енергії в місті	39
3.6. Центр енергетичного моніторингу	40
3.7. Стратегія підвищення ефективності використання енергії в будівлі	43
4 Енергетичний моніторинг в навчальних закладах	46
4.1 Енергетичний аудит в навчальних закладах	46
4.2 Ефективність приладів обліку	47
4.3 Ефективність регуляторів температури	48
4.4 Особливості теплопостачання навчальних закладів з котельнями, які працюють на твердому паливі	50
4.5 Вибір навчального закладу для модернізації системи теплового забезпечення	51
4.6 Організація впровадження енергоефективних проектів	52
4.7 Фактори, що визначають обсяг споживання енергії	53
4.8 Розрахунок терміну окупності проектів	53
4.9 Шляхи зниження витрат на теплопостачання будівлі	56
4.10 Характеристики будівельних конструкцій будівлі	57
4.11 Ефективність систем енергозабезпечення будівель	57
4.12 Удосконалення конструкцій огорож	58
4.13 Поліпшення характеристик мереж	58
4.14 Ефективності теплової модернізації	58

5.	Шляхи зниження витрат теплової енергії в побуті	61
5.1.	Динаміка вироблення теплової енергії	61
5.2.	Шляхи зниження витрат на тепlopостачання будівель	62
5.3.	Характеристика будівельних конструкцій будівель	63
6.	Принципи енергетичного аудиту	67
6.1.	Потенціал енергозбереження	67
6.2.	Завдання теплоенергетичного аудиту	68
6.3.	Методи енергетичного аудиту	69
6.4.	Формування бази вихідних даних	70
6.5.	Розрахунок норм споживання теплової енергії	71
6.6.	Економічні аспекти енергоменеджменту	71
6.7.	Причини теплових втрат при використанні водяної пари	76
6.8.	Прості методи зниження енергоспоживання в будівлях	77
7.	Загальна характеристика енергетики харчових технологій	80
7.1	Особливості харчових технологій	80
7.2	Якість і товарний вигляд продукту	81
7.3	Енергія - ефективний інструмент управління процесом	83
7.4	Як розвиваються харчові технології	84
7.5	Політика підвищення ефективності АПК	84
7.6	Завдання підвищення ефективності використання енергії в харчових технологіях	85
7.7	Потенціал зниження витрати енергії в АПК	86
7.8	Прогнозування розвитку енергетики АПК	87
7.9	Динаміка виробництва в харчовій промисловості	88
7.10	Питома енергоємність харчових технологій	90
7.11	Завдання в реалізації Комплексної Державної Програми Енергозбереження (КДПЕ)	62
7.12	Економічно доцільний і технічно досяжний рівень енергозбереження в АПК	95
7.13	Питомі витрати палива - енергетичних ресурсів	96
8	Характеристика енерготехнологій АПК	98
8.1	Характеристика енергоносіїв	95
8.2	Характеристика термічного обладнання	99
8.3	Стан обліку енергетичних витрат	100
8.4	Специфіка теплових скидів сушильного та пічного обладнання	100
8.5	Питання забезпечення виробництва паром	101
8.6	Теплові системи нетрадиційної енергетики	102
8.7	Особливості опалювальних геліосистем	105
8.8	Комбіноване виробництво тепла та холоду тепловими насосами	105
8.9	Екологічні аспекти перетворення енергії	107
9	Принципи підвищення ефективності використання енергії водяної пари	109
9.1	Якість пари і його вплив на енергоефективність	109
9.2	Повернення і використання конденсату	111
9.3	Використання вторинного тепла	112
9.4	Продування парових котлів	113
9.5	Вибір робочого тиску і системи автоматичного регулювання	113
9.6	Підвищення ефективності систем генерації пара	114
9.7	Типи котлів	116
9.8	Пальники і способи спалювання палива	116

9.9	Баланс енергії в котлі	117
9.10	Втрати енергії	118
9.11	Розрахунок ККД	119
9.12	Методи рекуперації теплоти	122
10	Утилізація теплоти	123
10.1	Класифікація теплообмінників-утилізаторів	123
10.2	Основні рівняння теплового розрахунку	124
10.3	Основні рівняння гідравлічного розрахунку	125
10.4	Приклад техніко-економічного розрахунку теплоутилізатора	127
10.5	Визначення величини теплових викидів	128
10.6	Низькотемпературна утилізація теплоти	129
10.7	Устаткування для рекуперації теплоти в системі «газ-газ»	130
10.8	Теплообмінники на основі теплових труб	131
10.9	Теплоутилізатори «газ-рідина» і «рідина-рідина»	132
10.10	Теплонасосне обладнання утилізації теплоти	132
10.11	Економічний аспект утилізації теплоти	135
11	Теплова ізоляція	137
11.1	Призначення теплової ізоляції	137
11.2	Теплопровідність через шар ізоляції	139
11.3	Конвективний теплообмін	140
11.4	Теплопередача через плоский шар ізоляції	142
11.5	Теплопередача через циліндричний шар ізоляції	143
11.6	Економічна товщина ізоляції	144
11.7	Застосування ізоляції - передовий практичний досвід	148
12	Енергоефективні технології в харчових виробництвах. Нові підходи	150
12.1	Системи комплексної утилізації теплоти і пилу харчового продукту	151
12.1.1	Перспективи теплообмінників на теплових трубах в харчових технологіях	151
12.1.2	Енергетика сушарок харчових виробництв	153
12.1.3	Система комплексної утилізації теплоти і пилу з аерозольних викидів сушарок	154
12.1.4	Параметричний ряд термосифонних теплоутилізаторів	158
12.2	Підвищення ефективності використання енергії в м'ясопереробній промисловості	161
12.3	Підвищення ефективності використання енергії в консервній промисловості	162
12.3.1	Загальна енергетична характеристика	162
12.3.2	Концентрування рідин - енергетичні тенденції	162
12.3.3	Технологія блочного виморожування	164
12.3.4	Тенденції розвитку кріоконцентраторів	167
12.3.5	Термомеханічний агрегат з ротаційним термосифоном	169
12.4	Підвищення ефективності використання енергії при виробництві харчових концентратів	172
12.4.1.	Загальна характеристика	172
12.4.2	Енергетичні проблеми процесу екстрагування	173
12.4.3	Комплексне вирішення проблем екології та енергозбереження при виробництві розчинної кави	177
12.5	Підвищення ефективності використання енергії при виробництві вина і коньяків	179
12.5.1	Енергетичний моніторинг підприємств первинного виноробства	179
12.5.2	Енергетичний моніторинг заводів вторинного виноробства	180

12.5.3	Енергетичний моніторинг кон'ячних виробництв	183
12.6	Підвищення ефективності використання енергії на хлібопекарських підприємствах	183
12.6.1	Загальна енергетична характеристика галузі	183
13	Енергетичний моніторинг зерносушильних технологій	187
13.1	Проблеми сучасних технологій сушіння зерна	187
13.2	Теплові баланси при сушінні зерна	188
13.3	Метод ієрархічної оцінки ефективності використання енергії при сушінні	192
13.4.	Методи аналізу ефективності енерготехнологій за коефіцієнтами трансформації	193
13.5	Шляхи вдосконалення зерносушильних технологій	195
13.6	Схеми з тепловою утилізацією	197
13.7.	Зерносушарки другого покоління	200
13.8	Блокова зерносушарка	202
13.9	Рекуперативна зерносушарка	207
13.10.	Зерносушарки третього покоління	210
14	Досвід підвищення енергоефективності харчових виробництв	215
14.1	Зниження витрат електроенергії	215
14.2	Зниження витрат палива	218
14.3	Підвищення ефективності використання енергії в зерновій галузі	229
14.4	Енергетичний моніторинг підприємства харчових концентратів	221
14.5	Енергетичний моніторинг хлібозаводу	225
14.6	Формування енергетичної програми підприємства	227
	Висновок	229
	Література	231
	Зміст	233

Одеська національна академія хар-
чових технологій

Кафедра процесів і апаратів
Консалтингова лабораторія

«ТЕРМА»

(0482) 712-41-75; 712-41-29

E-mail: [poem.onaft@gmail.com](mailto:pоem.onaft@gmail.com)

Бурдо, Олег Григорович, Трішин, Федір Анатолійович, Яровий, Ігор Іванович, Енергетичний моніторинг харчових виробництв / Електронний довідковий посібник, - Одеса: ОНАХТ, Електронне видання, 2019, - 240 с.: іл. 81, табл. 49.

Посібник містить відомості з енергетичної ситуації в світі, в Україні; в АПК, розділи щодо загальних методологічних принципів енергетичних досліджень, методів аудиту і прийомів енергоменеджменту. Розглядається роль енергії у технологічному ланцюзі процесів АПК. Надано основи аналізу теплової ефективності будівель, устаткування, систем теплової утилізації та теплової ізоляції. Викладено принципи та досвід, наведено приклади ефективного використання енергії. Представлені результати досліджень, тенденцій розвитку тепло навантаженого обладнання, обґрунтовано нові підходи при вдосконаленні енерготехнологій АПК. Пропонуються сучасні підходи і нові апарати для харчоконцентратної, консервної, вино-коньячної, м'ясо-молочної, хлібопекарної, і зернопереробної галузей.

Посібник призначений для студентів, магістрів, аспірантів, докторантів, наукових співробітників, які займаються дослідженням енергетичної ефективності технологічного обладнання і систем.

Видання зацікавить фахівців - проектувальників технологічного обладнання, у посібнику міститься вся необхідна інформація для проведення енергетичного аудиту та наступного формування програми підвищення енергетичної ефективності підприємства, організації, галузі.

Рецензенти:

Хмельнюк Михайло Георгійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ;

Бунецький Володимир Олександрович – голова Громадської Спілки «Українська пелетна асоціація», керівник ТОВ "БМ-ІНЖИНІРІНГ";

Тасимов Юрій Миколайович – віце президент Одеської обласної ради «Спілки наукових та інженерних об'єднань України».