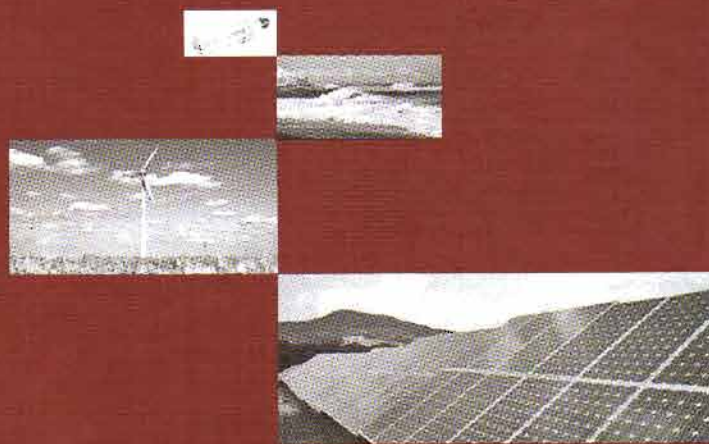


Програмно-методичний комплекс
з енергозбереження в Україні (ПМКЕУ) «PATRIOT»

ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ


для об'єктів
промисловості, будівництва
та житлово-комунального
господарства України



patriot-nrg




Київ



ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВОСТІ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

*Програмно-методичний комплекс (ПМККУ) «PATRIOT»
підтримано Національним агентством України
з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів
та Міністерством з питань житлово-комунального господарства України*



ББК 31.280.73
УДК 621.311.1
П 69

П 69 Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України. —
Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2009. — 696 с.

ISBN 978-966-492-079-4

ББК 31.280.73

Над виданням посібника працювали:

Наукове редагування: *Праховник А. В., д.т.н., проф.*

Технічне редагування: *Прокопенко В. В., к.т.н.*

Загальне редагування: *Беленький А. М., д.т.н., проф. НДТУ МІСіС*

ТОВ «ПАТРІОТ-НРГ»:

Плескач Б.М., к.т.н.; Давиденко А.М., к.т.н.; Євтухов В.Я.; Задорожна О.В.; Хамзін М.М.; Беляєв Д.Є.; Хан Ю.М.; Новак Є.В.

Інститут енергозбереження й енергоменеджменту

Національного технічного університету України «КПІ»:

Дешко В.І., д.т.н., проф.; Іншеков Є.М., к.т.н.; Закладний О.М., к.т.н.; Попов В.А., к.т.н.; Шовкалюк М.М.; Буяк Н.А.; Степанова В.І.; Закладний О.О.; Шевченко О.М.; Кордюков М. І.

ДП Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій:

Фаренюк Г.Г., к.т.н.

ЗАТ «Технопромстрой»:

Бобряков О.В., д.т.н., проф., чл.-кор. РІА; Вакулко А.Г., к.т.н., акад. РІА; Гаряев А.Б., к.т.н.; Горбунов В.В.; Данилов О.Л., д.т.н., проф.; Єфімов А.Л., к.т.н.; Калінін М.В., к.т.н.; Костюченко П.А.; Ширшова В.В., к.т.н.; Яковлев І.В., к.т.н.

*Всі права на це видання належать ТОВ «ПАТРІОТ-НРГ».
Відтворення у будь-якому вигляді без узгодження
з ТОВ «ПАТРІОТ-НРГ» всього видання,
а також окремих його частин,
ілюстрацій та ін. переслідується за законом.*

ISBN 978-966-492-079-4

© ТОВ «ПАТРІОТ-НРГ»



Шановні колеги!

Незважаючи на повсюдне обговорення та актуалізацію проблеми енергозбереження в Україні, за показником енергоефективності на 2009 рік ми все ще відстаємо від розвинених європейських країн і навіть від Росії, ресурсні можливості якої набагато вищі.

На тлі наближення цін імпортного пального до світових, економне використання усіх видів енергії, пошуки її альтернативних джерел стають дійсно питанням економічного життя чи смерті підприємств, населених пунктів, цілих регіонів.

Технічна, фінансова, юридична складність механізму енергоефективності, поєднання різних прикладних дисциплін, обширність та постійні зміни законодавчої бази України стали причиною випуску цього Програмно-методичного комплексу з енергозбереження в Україні (ПМКЕУ) «PATRIOT». Продукт містить детальний практичний посібник, як методологічну основу, інформаційно-розрахункову систему «ТПС-NRG», до складу якої входить програмне забезпечення для розрахунків енергозберігаючих проєктів та база даних з обладнання і постачальників, профільний Інтернет-портал www.patriot-nrg.ua. Кожен український користувач комплексу має можливість звернутися до «гарячої» лінії консультацій з питань енергоефективності та застосування ПМКЕУ «PATRIOT».

Запропонована система стала вислідом багаторічних зусиль компанії «Технопромстрой» і «PATRIOT-NRG», Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУ «КПІ», Інституту проблем моделювання в енергетиці НАНУ, інших наукових та освітніх закладів.

Безпосередню участь у рецензуванні та доопрацюванні Програмно-методичного комплексу «PATRIOT» узяли керівники і фахівці Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів (НАЕР), Міністерства з питань житлово-комунального господарства, Міністерства регіонального розвитку та будівництва.

ПМКЕУ «PATRIOT» орієнтований на застосування у проєктно-вишукувальних, будівельних компаніях, підприємствах промисловості та житлово-комунального господарства, державних, місцевих адміністраціях та установах.

Сподіваємося, з часом цей комплекс стане центральною ланкою підготовки українських фахівців в галузі енергозбереження, практичним та постійним інструментом планування, проєктування, здійснення та оцінки енергозберігаючих заходів в Україні.

*Голова Ради директорів
«PATRIOT-NRG»
Новак Є.В.*

*Генеральний директор
«Технопромстрой»
Костюченко П.А.*



Дорогі друзі!

Книга, що пропонується до Вашої уваги, присвячена питанням енергетики та енергозбереження. Всі процеси, пов'язані з надбаннями людства в економічній та соціальній сферах, зокрема, отриманням високої комфортності життя, так чи інакше пов'язані з використанням енергії. Різні країни по-різному використовують енергію для досягнення високих стандартів. На жаль, Україна відноситься до країн з надмірним використанням енергії на одиницю ВВП.

За найпесимістичнішими оцінками Україна має дуже великий потенціал в енергозбереженні, котрий приблизно дорівнює половині потреб у первинній енергії, яка витрачається в наш час. Саме ця величина відповідає кількості енергії, яка імпортується. Чи необхідно ще шукати інші аргументи на користь актуальності енергозбереження в Україні? Цей потенціал енергозбереження має великі та багатогранні, ще не реалізовані можливості, які можуть підняти енергетичну безпеку і конкурентоспроможність економіки країни та принести значну користь довкіллю. Важливо підкреслити, що підвищення енергоефективності — шлях до пом'якшення змін клімату, котрі виникають в наслідок парникового ефекту.

У виданні розглянуто питання, що стосуються систем електропостачання і електроспоживання, а також джерел генерації і мереж тепlopостачання. Наведено: нормативно-правову базу енергозбереження, методи проведення енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту, загальні питання напрямів енергозбереження.

Значна увага приділяється питанням енергозбереження у технологіях промислового виробництва, системах водопостачання і каналізації, будівництві та сфері послуг, зокрема, в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Розглянуто системи забезпечення мікроклімату у виробничих, адміністративно-побутових, громадських і житлових будівлях, а також наведено типові заходи з енергозбереження, практичні приклади.

Значна увага також приділяється економічному обґрунтуванню інвестиційної привабливості енергозберігальних заходів, зокрема, схем їх фінансування та ефективності, формуванню і оптимізації програм для суб'єктів господарювання з урахуванням їх фінансових можливостей. Інформаційно-розрахункова система «ТПС-NRG», яка входить до складу посібника у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення, розташованого на двох CD-дисках, дозволяє на практиці застосувати сучасні методи формування програм впровадження заходів з енергозбереження та розрахунку їх економічних показників.

Книга адресована широкому колу читачів. Вона буде корисною науковим співробітникам, фахівцям житлової і комунальної сфер, промисловості та енергетики, студентам вищих навчальних закладів.

*Директор Інституту енергозбереження та енергоменеджменту,
Національного технічного університету України «КПІ»
Праховник А.В.*

ЗМІСТ

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

ВСТУП.....	19
1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	21
1.1. Види документів.....	21
1.2. Закон України «Про енергозбереження» [1].....	29
1.3. Державне управління і регулювання в паливно-енергетичному комплексі.....	36
1.4. Взаємодія споживачів ПЕР з енергопостачальними організаціями.....	40
2. ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ І ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	45
2.1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року.....	45
2.2. Комплексна державна програма енергозбереження України.....	56
2.3. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010-2015 роки.....	60
3. ЕНЕРГОАУДИТ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ПАСПОРТИЗАЦІЯ.....	62
3.1. Види енергоаудиту, його можливості та оцінка необхідності.....	62
3.1.1. Види обстежень споживачів енергоресурсів.....	62
3.1.2. Можливості та оцінка необхідності енергоаудиту.....	64
3.2. Стислий зміст енергоаудиту.....	65
3.2.1. Експрес-обстеження.....	65
3.2.2. Поглиблений енергоаудит.....	65
3.2.3. Методологія енергоаудиту промислового підприємства.....	67
3.3. Енергоаудиторські фірми та вимоги до них.....	70
3.4. Структура звіту з енергетичного аудиту та вимоги до нього.....	74
3.5. Можливі листи для опитування.....	76
3.6. Енергетичний паспорт підприємства.....	77
3.7. Енергетичний паспорт будівлі.....	80
4. ЕНЕРГОБАЛАНСИ СПОЖИВАЧІВ ПЕР І ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	82
4.1. Види енергобалансів.....	82
4.2. Енергобаланс промислового підприємства.....	84
4.3. Енергобаланс будівель.....	88
4.4. Енергобаланс сховищ.....	89
5. ПРИЛАДОВИЙ ОБЛІК.....	90
5.1. Приладовий облік теплової енергії.....	90

5.1.1. Загальні відомості про прилади обліку теплової енергії і теплоносія	90
5.1.2. Датчики витрати теплоносія	91
5.1.3. Облік теплової енергії у споживача тепла	94
5.1.4. Метрологічне забезпечення вузлів і систем обліку теплової енергії	96
5.1.5. Вибір теплोलічильника	97
5.2. Приладовий облік електричної енергії	98
6. ПРАКТИЧНІ ПРИКЛАДИ	101
7. КОРИСНІ ПОРАДИ	102
8. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	106
8.1. Що означає «енергетичний менеджмент» (енергоменеджмент)?	106
8.2. Об'єкт енерговикористання як об'єкт управління в системі енергоменеджменту	109
8.3. Часові рівні енергоменеджменту	111
8.4. Енергоменеджмент, його «складові» та ієрархія.....	114
8.5. Перешкоди при створенні системи енергоменеджменту.....	116
8.6. Кваліфікаційні характеристики професій з енергоменеджменту [31].....	117
8.6.1. Менеджер (керівник) з організації ефективного використання енергії (енергоменеджер) ..	117
8.6.2. Професіонал із енергетичного менеджменту	118
8.6.3. Фахівець з енергетичного менеджменту.....	120
Список літератури.....	121

Розділ 2. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

1. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ.....	125
1.1. Ціль енергетичного обстеження та основні етапи його проведення.....	125
1.2. Збір інформації.....	125
1.3. Визначення першочергових об'єктів і напрямків обстеження.....	126
1.4. Візуальні та інструментальні обстеження.....	127
1.5. Обробка та аналіз зібраної і одержаної при візуальних та інструментальних обстеженнях інформації	129
1.6. Розробка заходів і програми зі збереження електричної енергії. Оформлення звіту та енергетичного паспорта.....	129
2. СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ПРОМИСЛОВОСТІ АБО ЖКГ.....	130
2.1. Категорії надійності постачання електроенергії.....	130
2.2. Основні поняття про схеми та елементи системи електропостачання.....	131
2.3. Якість електроенергії та її вплив на електроспоживання і надійність роботи електроустановки.....	134
2.4. Основні види електроустановки, застосовуваного в системах електропостачання.....	138
2.4.1. Кабелі, повітряні лінії електропередач, шинопроводи	138
2.4.2. Силові трансформатори	140
2.4.3. Автономні джерела електроживлення.....	143
2.4.4. Пристрої для поліпшення якості електричної енергії	143
2.5. Облік електроспоживання. Прилади обліку. АСКОВЕ.....	146
3. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ.....	149
3.1. Основні поняття про електричні навантаження й про графіки використання електроустановок.....	149
3.2. Споживання електроенергії при використанні електроприводів	150
3.2.1. Асинхронні електродвигуни.....	152
3.2.2. Синхронні електродвигуни.....	154
3.2.3. Електродвигуни постійного струму.....	154
3.3. Електротермічне устаткування	154
3.3.1. Електричні печі опору.....	154
3.3.2. Дугові електродвигуни	157

3.3.3. Індукційні печі	161
3.3.4. Електроопалення	162
3.4. Електрозварювання	167
3.4.1. Дугове електрозварювання	167
3.4.2. Контактне зварювання	167
4. ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОМП	168
5. ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ Й ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ ПОВІТРОПОСТАЧАННЯ (СПП)	172
5.1. Структура системи повітропостачання. Призначення та функції, основні показники системи ..	172
5.1.1. <i>Поняття про систему, визначення</i>	172
5.1.2. <i>Структура системи</i>	173
5.1.3. <i>Призначення й функції СПП та її елементів</i>	173
5.2. Характеристика споживачів стисненого повітря і компресорного устаткування СПП	175
5.2.1. <i>Споживачі стисненого повітря</i>	175
5.2.2. <i>Основні характеристики і показники промислових компресорів</i>	176
5.3. Визначення навантажень на компресорну станцію	178
5.4. Техніко-економічні показники компресорної станції	179
5.4.1. <i>Основні техніко-економічні показники</i>	179
5.4.2. <i>Методика нормування витрати електроенергії на вироблення стисненого повітря</i>	180
5.4.3. <i>Собівартість стиснутого повітря</i>	185
5.5. Аналіз показників системи повітропостачання, енергозбереження і енергоаудит СПП	186
6. ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ	192
7. ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ	194
7.1. Джерела електроосвітлення	194
7.1.1. <i>Лампи розжарювання</i>	194
7.1.2. <i>Люмінесцентні лампи</i>	194
7.1.3. <i>Лампи високого тиску</i>	195
7.1.4. <i>Світлодіоди</i>	196
7.2. Економія електроенергії в освітлювальних установках	196
7.2.1. <i>Заміна наявних світильників більш ефективними</i>	196
7.2.2. <i>Заміна пускорегулючої апаратури</i>	196
7.2.3. <i>Застосування комбінованого освітлення</i>	196
7.2.4. <i>Автоматичне управління освітленням</i>	196
7.2.5. <i>Використання КЛЛ для внутрішнього освітлення</i>	196
7.2.6. <i>Застосування схем включення і відключення освітлення для сходових маршів житлових будинків</i>	198
7.2.7. <i>Використання систем керування освітленням</i>	199
7.3. Розрахунок нормативного електроспоживання на освітлення	199
7.4. Нераціональні витрати електроенергії на освітлення	200
7.5. Завищена установлена потужність освітлювальних приладів	201
7.6. Основні заходи щодо підвищення енергоефективності освітлення	201
Список літератури	203

Розділ 3. ТЕПЛОВІ ДЖЕРЕЛА ТА МЕРЕЖІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

1. ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА, ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ, СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	207
1.1. Промислові джерела теплової енергії	207
1.2. Автономні джерела теплопостачання	211
1.3. Газопостачання підприємств	214
1.4. Теплові мережі	219
1.5. Схеми приєднання споживачів тепла до теплових мереж	222
2. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	223
2.1. Застосування катодного захисту та протикорозійних покриттів	223

2.2. Визначення залишкового ресурсу трубопроводів.....	225
2.3. Підвищення експлуатаційної надійності магістральних та внутрішньоквартальних теплових мереж.....	227
2.4. Способи очищення та запобігання відкладенням у теплових мережах та устаткуванні систем тепlopостачання.....	228
2.5. Оптимізація режимів функціонування теплових мереж.....	231
3. НОРМУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....	232
3.1. Питомі витрати (норми витрат) палива в джерелах теплової енергії.....	233
3.2. Витрати тепла на власні потреби в котельнях.....	235
3.3. Технологічні норми споживання тепла.....	237
3.4. Втрати енергії в мережах тепlopостачання.....	240
4. ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ТА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	242
4.1. Енергетичне обстеження котельні.....	242
4.2. Енергетичний паспорт котельні.....	248
4.3. Енергетичне обстеження теплових мереж.....	248
5. КОМПЛЕКСНИЙ ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	249
5.1. Підготовчий етап.....	250
5.2. Особливості експрес-обстеження котельні, включаючи визначення енергетичних показників роботи та обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферу.....	251
5.3. Основний етап.....	253
5.3.1. Складання теплових балансів та розрахунків питомих втрат теплової енергії.....	253
5.3.2. Пароконденсатний баланс.....	253
5.3.3. Розробка балансових енерготехнологічних схем.....	254
5.3.4. Моніторинг роботи теплоенергетичного устаткування.....	254
5.3.5. Тепловізійне обстеження будівель та теплових комунікацій підприємства.....	254
5.3.6. Складання водогосподарського балансу підприємства.....	255
5.3.7. Оцінювання впливу роботи енергетичного устаткування на довкілля.....	255
5.4. Загальний аналіз вироблення та споживання енергоносіїв. розробка рекомендацій (заходів) з енергозбереження.....	255
6. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ДЖЕРЕЛАХ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....	257
7. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....	269
8. ПРАКТИЧНІ ПРИКЛАДИ.....	274
Список літератури.....	281

Розділ 4. Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря

1. СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРОБНИЧИХ, АДМІНІСТРАТИВНО-ПОБУТОВИХ, ГРОМАДСЬКИХ ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ.....	285
1.1. Принципові схеми систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.....	285
1.1.1. Системи опалення.....	285
1.1.2. Системи вентиляції.....	291
1.1.3. Системи кондиціювання повітря.....	296
1.2. Вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.....	301
1.3. Системи повітряного, променистого та електричного опалення.....	303
1.3.1. Повітряне опалення.....	303
1.3.2. Променисте опалення.....	305
1.3.3. Електричне опалення.....	306
1.4. Основне обладнання систем створення мікроклімату.....	308
1.4.1. Системи опалення.....	308
1.4.2. Системи вентиляції, кондиціювання і повітряного опалення.....	311
1.4.3. Променисті системи опалення.....	314

2. СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СИСТЕМАМИ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ	315
2.1. Вимоги до мікроклімату виробничих, адміністративно-побутових, громадських і житлових будівель	315
2.1.1. <i>Нормування параметрів внутрішнього повітря для систем опалення</i>	316
2.1.2. <i>Нормування параметрів внутрішнього повітря для систем вентиляції</i>	319
2.1.3. <i>Нормування параметрів внутрішнього повітря для систем кондиціювання повітря</i>	320
2.2. Нормування витрат теплової енергії на опалення і вентиляцію будівель	320
2.2.1. <i>Нормування теплоспоживання системами опалення</i>	321
2.2.2. <i>Нормування теплоспоживання системами вентиляції</i>	322
2.2.3. <i>Нормування теплоспоживання системами гарячого водопостачання</i>	323
2.3. Нормування термічного опору огорожувальних конструкцій будівель.....	324
2.4. Розрахунок теплоспоживання системами опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.....	326
2.4.1. <i>Розрахунок споживання системами опалення</i>	326
2.4.2. <i>Розрахунок теплоспоживання системами вентиляції та кондиціювання повітря</i>	328
2.5. Визначення фактичної кількості теплової енергії та теплоносія, спожитих абонентами	332
2.6. Контроль за споживанням енергоресурсів та регулювання подачі тепла в будівлі	333
2.6.1. <i>Основні поняття і визначення</i>	334
2.6.2. <i>Види приладів обліку теплової енергії і теплоносія</i>	334
2.6.3. <i>Функції, які виконують теплообчислювачі</i>	335
2.6.4. <i>Вимоги до приладів обліку</i>	335
2.6.5. <i>Облік теплової енергії на джерелі теплоти</i>	337
2.6.6. <i>Облік теплової енергії у споживача теплоти</i>	337
3. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	340
3.1. Нормативна база проведення енергетичних обстежень будівель, тепловізійного контролю якості теплового захисту і заповнення енергетичного паспорта	340
3.2. Особливості тепловізійних обстежень огорожувальних конструкцій	343
3.3. Енергетичне обстеження систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря	344
3.4. Енергетичний паспорт будівлі.....	348
4. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ	349
4.1. Класифікація заходів з енергозбереження.....	349
4.2. Об'ємно-планувальні і будівельно-конструктивні заходи	350
4.3. Технічні заходи з енергозбереження. Вдосконалення систем та їх елементів	353
4.4. Утилізація природної та відхідної теплоти	354
4.4.1. <i>Принцип дії та теоретичні основи енергозбереження при застосуванні ТНУ</i>	354
4.4.2. <i>Утилізація теплоти вентиляційних викидів</i>	357
4.5. Організаційні заходи з енергозбереження	358
4.6. Типові заходи з енергозбереження в системах опалення та оцінки енергозберігаючих ефектів.....	360
4.7. Типові заходи з енергозбереження в системах вентиляції та кондиціювання повітря й оцінки енергозберігаючих ефектів.....	361
5. ПРАКТИЧНІ ПРИКЛАДИ.....	364
5.1. Енергозбереження в системі опалення при застосуванні економічного графіка подавання теплоносія	364
5.2. Енергозбереження в системі опалення при поліпшенні теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій будівлі.....	366
5.3. Енергозбереження при утилізації теплоти вентиляційних викидів в рекуперативному теплообміннику	366
5.4. Енергозбереження при сумісному застосуванні загальнообмінної і місцевої вентиляції	367
5.5. Енергозбереження при застосуванні повітряних завіс.....	368
5.6. Енергозбереження при застосуванні рециркуляції в центральних системах кондиціювання повітря	370
5.7. Енергозбереження при застосуванні частотного регулювання продуктивності за повітрям вентиляторів, систем вентиляції і кондиціювання повітря	372

5.8. Енергозбереження при пофасадному регулюванні подачі теплоносія в систему опалення	374
5.9. Оцінка ефективності переведення об'єктів на електричне опалення.....	376
5.10. Вибір джерела теплоти	377
5.11. Енергозбереження в системах вентиляції	379
Список літератури.....	382

Розділ 5. ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЯ

1. СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ. КАНАЛІЗАЦІЯ	387
1.1. Системи водопостачання і водовідведення	387
1.2. Джерела водопостачання.....	388
1.2.1. <i>Вимоги до якості і властивостей води</i>	388
1.3. Водозабірні і водопідіймальні споруди, помпові станції і обладнання систем водопостачання..	390
1.3.1. <i>Водозабірні і водопідіймальні споруди поверхневих вод</i>	390
1.3.2. <i>Помпові станції</i>	392
1.3.3. <i>Помпи, апарати, повітродувки і вакуум-помпи</i>	400
1.3.4. <i>Вітрогінники і вакуум-помпи</i>	405
1.3.5. <i>Привід до помп</i>	406
1.4. Системи водопостачання міст і населених пунктів.	
Водоводи, водопровідні мережі і водопостачання будівель	407
1.4.1. <i>Водопостачання міст і будівель</i>	407
1.4.2. <i>Системи водопостачання будівель</i>	408
1.4.3. <i>Труби</i>	410
1.4.4. <i>Арматура</i>	410
1.4.5. <i>Прилади для вимірювання тиску, розрідження і витрати води</i>	412
1.4.6. <i>Вимоги до пристрою водопроводу в містах і населених пунктах</i>	412
1.5. Гідравлічний розрахунок, гідравлічні і експлуатаційні характеристики систем водопостачання.....	413
1.5.1. <i>Гідравлічний розрахунок</i>	413
1.5.2. <i>Спільна робота водоводів і помпових станцій. Гідравлічні характеристики водоводу</i>	415
1.5.3. <i>Гідравлічний удар у водоводах і його гасіння</i>	415
1.6. Обладнання для обробки води	416
1.6.1. <i>Системи і обладнання підготовки води питної якості</i>	416
1.6.2. <i>Обробка додаткової і зворотної води систем технічного водопостачання</i>	417
2. СИСТЕМИ КАНАЛІЗАЦІЇ.....	423
2.1. Види і показники ступеня забруднення стічних вод	423
2.2. Каналізація населених місць і промислових підприємств.....	429
2.3. Класифікація систем і схеми каналізацій.....	432
2.4. Умови прийому стічних вод в каналізацію	434
2.5. Розбиття території на басейни і трасування каналізаційної мережі	434
2.6. Глибина закладання каналізаційної мережі.....	438
2.7. Подовжній профіль каналізаційної мережі.....	441
2.8. Послідовність розрахунку колектора побутової мережі.....	443
2.9. Каналізаційні труби.....	443
2.10. Матеріали для побудови колекторів і каналів	444
2.11. Колодязі і камери	445
2.12. Вентиляція мережі. Інфільтрація і ексфільтрація	448
2.13. Переходи під залізничними шляхами і перетин із підземними спорудами. Естакади.....	449
2.14. Будова каналізаційної мережі в особливих умовах	450
2.15. Дощова каналізація.....	450
2.16. Каналізаційні помпові станції.....	452
2.16.1. <i>Схеми каналізаційних помпових станцій і їх основні елементи</i>	452
2.17. Основи гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі	457
2.18. Основні завдання з розрахунку каналізаційних мереж	458
2.19. Споруди для очищення і знешкодження стічних вод	460

3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ, КАНАЛІЗАЦІЇ І ОЧИСНИХ СПОРУД.....	464
3.1. Експлуатація водопроводу	464
3.2. Усунення несправностей водопровідних мереж.....	466
3.3. Експлуатація систем каналізації	471
3.4. Заходи щодо експлуатації обладнання і систем	476
4. НОРМУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ВОДОСПОЖИВАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ І ПІДПРИЄМСТВ. ВОДНІ БАЛАНСИ	478
4.1. Норми водоспоживання і водовідведення	478
4.2. Норми і режим водовідведення. Розрахункові витрати.....	478
4.2.1. Норми водовідведення і розрахункове населення	478
4.2.2. Розрахункові витрати побутових стічних вод, коефіцієнти нерівномірності	479
4.2.3. Витрати виробничих стічних вод	483
4.2.4. Визначення розрахункових витрат стічних вод	485
4.2.5. Водний баланс виробничих об'єктів і об'єктів ЖКГ. Критерії раціонального використання води.....	489
5. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЇ. МОНІТОРИНГ ВОДОСПОЖИВАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ.....	492
5.1. Особливості обстеження (енергоаудиту) систем водопостачання і каналізації.....	492
5.2. Обладнання для проведення енергетичних обстежень.....	493
5.3. Моніторинг водоспоживання і водовідведення. Особливості енергетичного обстеження систем водопостачання і каналізації.....	497
5.4. Енергозберігаючі заходи в системах водопостачання і каналізації.....	497
5.4.1. Безвитратні і маловитратні заходи	499
5.4.2. Середньовитратні заходи	500
5.4.3. Високovitратні енергозберігаючі заходи.....	505
5.5. Використання частотно-регульованого приводу.....	507
5.5.1. Основи регулювання витрати води і напору.....	507
5.5.2. Історична довідка	510
5.5.3. Вимоги до електроприводу.....	511
5.5.4. Режими управління електродвигуном	512
5.5.5. Спеціалізовані системи управління	513
5.5.6. Економічна ефективність вживання електроприводу.....	514
Список літератури.....	516

Розділ 6. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДИНКАХ

1. ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ	519
1.1. Розвиток будівельних норм з теплової ізоляції будівель.....	519
1.2. Нове покоління норм.....	520
2. КОМПЛЕКС НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВЛЯХ	522
2.1. Положення ДСТУ Б В.2.2-19:2007 «Метод визначення повітропроникності огороджувальних конструкцій в натурних умовах»	524
2.2. Положення ДСТУ Б В.2.2-21-2008 «Будинки та споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків».....	526
2.3. Положення ДСТУ Б В.2.6-37:2008 «Конструкції будинків і споруд. Методи визначення показників повітропроникності огороджувальних конструкцій і їх елементів в лабораторних умовах».....	526
2.4. Державні стандарти, що розробляються на заміну ГОСТ 26254-84 «Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій» та ГОСТ 26253-84 «Конструкції будинків і споруд. Метод визначення теплостійкості огороджувальних конструкцій»	527
3. КОНТРОЛЬ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ДЕРЖАВНОМУ РІВНІ	528
3.1. Сертифікація будівельної продукції.....	531
3.2. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд	533

4. ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	535
4.1. Загальні положення із забезпечення енергоефективності	535
4.2. Енергетична паспортизація будівель	537
4.2.1. Положення ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»	537
4.2.2. Класи енергетичної ефективності	541
4.2.3. Визначення розрахункових параметрів енергетичного паспорта	542
4.2.4. Визначення геометричних показників	546
4.2.5. Послідовність складання енергетичного паспорта	547
4.3. Програмне забезпечення розрахунків та складання енергетичного паспорта при проектуванні будинків	547
4.4. Відповідність вимог ДБН В.2.6-31:2006 європейським нормам	549
4.5. Шляхи забезпечення енергоефективності будинків	551
4.6. Принципи оптимізації рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій	552
4.7. Вибір основних конструктивних, об'ємно-планувальних та архітектурних рішень	553
4.7.1. Загальні положення	553
4.7.2. Стіни	554
4.7.3. Покриття, горища, мансарди	555
4.7.4. Віконні конструкції	556
5. ТЕПЛОТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	557
5.1. Проектування теплоізоляційної оболонки будинків за теплотехнічними показниками її елементів	557
5.1.1. Визначення нормативного опору теплопередачі нетипових огорожувальних конструкцій	558
5.1.2. Розрахунки приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій	560
5.1.3. Розрахунки температурних показників огорожувальних конструкцій	565
5.2. Проектування теплоізоляційної оболонки за тепловитратами будинку на опалення	573
5.3. Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій	575
5.4. Визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій	578
5.5. Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій	579
6. КОНСТРУКТИВНІ ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ	580
6.1. Вимоги ДБН В.1.2-11-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»	581
6.2. Теплоізоляційна оболонка будинків	584
6.3. Теплоізоляція стін підпілля та фундаменту	584
6.4. Конструкції зовнішніх стін	585
6.5. Комплекс нормативних документів з конструкцій фасадної теплоізоляції зовнішніх стін	589
6.5.1. Положення ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації»	589
6.5.2. Положення ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги»	592
6.5.3. Положення ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні вимоги»	598
6.5.4. Положення ДСТУ Б В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні вимоги»	601
6.6. Ефективні теплоізоляційні матеріали	605
6.7. Віконні конструкції	610
6.8. Конструкції дахів та покриттів	613
6.8.1. Дефекти покрівлі та причини їх виникнення	614
6.8.2. Основні методи огляду та інструментального обстеження покрівель	618
6.8.3. Зниження витрат на ремонтні роботи та розвиток енергоресурсозбереження при експлуатації покрівель будівель і споруд	620
Список літератури	622

Розділ 7. Економічне обґрунтування інвестиційної привабливості енергозберігаючих заходів

1. МЕТОДИКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ (ПРОЕКТІВ)	627
1.1. Методологічні основи оцінки ефективності енергозберігаючих проектів	627
1.1.1. Основні положення	627
1.1.2. Ситуаційний аналіз енергозберігаючих заходів (проектів)	629
1.1.3. Формули поєданого розрахунку прибутку і грошового потоку	629
1.1.4. Оцінка проектів із врахуванням інфляції	630
1.2. Показники фінансової ефективності енергозберігаючих заходів	631
1.2.1. Вихідні вартісні показники	631
1.2.2. Формули розрахунку показників ефективності МЕЗ	633
1.2.3. Спрощені розрахунки показників МЕЗ	634
1.2.4. Приклади розрахунку	635
1.3. Порівняльний аналіз енергозберігаючих проектів	637
1.3.1. Показники порівняльної ефективності МЕЗ	637
1.3.2. Приклади розрахунків	638
1.3.3. Вибір варіанта інвестування при декількох критеріях	643
1.4. Ефективність заміни діючого обладнання	643
1.4.1. Ситуація А. Старе обладнання конкурентноздатне і випускається промисловістю	644
1.4.2. Ситуація Б. Старе обладнання знято з виробництва	646
1.5. Ефективність проектів, що реалізуються з використанням ліцензій, ноу-хау, патентів	647
1.6. Економічна (національна) оцінка проектів	649
1.6.1. Зміст економічної оцінки проектів	649
1.6.2. Розрахунок узагальнюючого показника національної оцінки проектів	650
1.7. Форми техніко-економічного обґрунтування енергозберігаючих засобів	651
1.7.1. Показники економічної ефективності МЕЗ	652
2. СХЕМИ ФІНАНСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ	652
2.1. Джерела і форми фінансування енергозберігаючих заходів, їх особливості	652
2.1.1. Джерела фінансування	652
2.1.2. Форми фінансування, їх порівняльні переваги і недоліки	653
2.2. Розрахунок ефективності енергозберігаючих проектів при різноманітних схемах фінансування	654
2.2.1. Ефективність проектів, що фінансуються за рахунок кредиту	654
2.2.2. Ефективність проектів, що фінансуються за рахунок лізингу	655
3. ФОРМУВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ФІНАНСОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ	656
3.1. Формування бюджету капіталовкладень	656
3.2. Оптимізація бюджету капіталовкладень	657
3.2.1. Просторова оптимізація	658
3.2.2. Часова оптимізація	659
4. ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗРАХУНКОВА СИСТЕМА «ТПС-NRG» У СКЛАДІ ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ «PATRIOT» (ПМКЕУ «PATRIOT»)	660
4.1. Вступ	660
4.2. Посібник з установки інформаційно-розрахункової системи «ТПС-NRG»	661
5. ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВА СИСТЕМА: «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ: ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ, УСТАТКУВАННЯ Й МАТЕРІАЛИ»	666
5.1. Призначення й можливості	666
5.1.1. Функції інформаційно-довідкової системи	666
5.2. Інструкція користувача	666
5.2.1. Перелік керуючих елементів головного меню	667
5.2.2. Режим перегляду документів	668
5.2.3. Режим пошуку інформації	670
5.2.4. Режим додавання розділів \ документів	672

6. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЕКТІВ» (АРЕП).....	674
6.1. Призначення й можливості.....	674
6.1.1. Вхідні дані.....	674
6.1.2. Вихідні дані.....	675
6.2. Статті програми.....	675
6.2.1. Методичні основи розробки бізнес-плану енергозберігаючого проекту із застосуванням спеціалізованої комп'ютерної програми АРЕП.....	675
6.2.2. Пояснення до фінансово-економічних розрахунків.....	675
6.2.3. Графічне подання результатів аналізу.....	676
6.2.4. Показники ефективності проекту.....	676
6.2.5. Стратегія обстеження енергетичних об'єктів підприємства.....	678
6.2.6. Методичні аспекти вирішення завдань енергозбереження різних підприємств.....	679
6.2.7. Приклад експертної оцінки.....	679
6.2.8. Вибір основного критерію оцінки при побудові пріоритетного ряду МЕЗ.....	680
6.3. Інтерактивна довідка.....	680
6.3.1. Вікно вітання.....	681
6.3.2. Введення числа елементів декомпозиції.....	681
6.3.3. Введення первинних даних про об'єкти.....	681
6.3.4. Перевірка й коректування енергетичного балансу.....	682
6.3.5. Оцінка поточного стану об'єктів.....	682
6.3.6. Вибір об'єктів для аналізу.....	684
6.3.7. Вибір енергозберігаючих заходів.....	684
6.3.8. Створення користувальницького МЕЗ.....	685
6.3.9. Введення констант.....	687
6.3.10. Введення характеристик МЕЗ.....	687
6.3.11. Попереднє порівняння МЕЗ у рамках одного об'єкта.....	689
6.3.12. Остаточний вибір застосовуваних МЕЗ.....	690
6.3.13. Режим швидкого розрахунку МЕЗ/устаткування.....	691
Список літератури.....	695