

504.61(093)
М69

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАФТИ І ГАЗУ

МИХАЙЛІВ МИКОЛА ІВАНОВИЧ



УДК 504.61:621.31+ 620.92 (477.86)

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

21.06.01 – екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Івано-Франківськ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.



Науковий консультант: доктор геолого-мінералогічних наук, професор **Адаменко Олег Максимович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, професор кафедри екології.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, професор **Рудько Георгій Ілліч**, Державна комісія України по запасах корисних копалин, голова;

доктор технічних наук, професор **Красовський Григорій Якович**, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, професор кафедри проектування радіоелектронних систем літальних апаратів;

доктор технічних наук, професор **Лежнюк Петро Дем'янович**, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри електричних станцій та систем.

Захист відбудеться “25” квітня 2013 р. об 11 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись у Науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий “ 23 ” березня 2013 року.

Учений секретар спеціалізованої

вченої ради Д 20.052.05

В.Р. Хомин



an2359

АЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

мн. Проблеми розвитку енергетики і збереження рівноваги природного середовища мають об'єктивне протиріччя. Вплив енергетики на навколишнє середовище відбувається на всіх ступенях ієрархії паливно-енергетичного комплексу: видобування, переробки, транспортування, перетворення і використання енергії, внаслідок чого виникають суттєві зміни структури і ландшафту літосфери, споживання й забруднення водних ресурсів, зміна балансу ґрунтових вод, виділення теплоти, твердих, рідких і газоподібних речовин у довкілля. Взаємозв'язок і взаємозалежність умов енергозабезпечення і безпеки довкілля зумовили розглядати енергетику і довкілля як велику і складну систему, яка в той же час є однією з підсистем ще більшої системи – „планета–цивілізація”.

Принципово нові напрямки проблеми взаємодії енергетики і довкілля виникли з розвитком ядерної енергетики, на об'єктах якої відсутні викиди продуктів згорання і золо-шлакових відходів, але існують інші проблеми взаємодії з довкіллям. Важливим чинником розвитку енергетики є збільшення кількості практичних заходів зі зменшення негативного впливу на довкілля як енергетики, так і інших галузей. Здійснення будь-яких заходів з екологізації технологічних процесів вимагає зростання енергоспоживання, що, відповідно, вимагає збільшення комплексу заходів у самій енергетиці, що призводить до зміни техніко-економічних показників системи енергозабезпечення.

Проблемам зменшення техногенного навантаження енергетики на довкілля, підвищення її екологічної ефективності присвячені праці О.М. Адаменка, І. Денисенка, С.П. Денисюка, М.О. Дикого, М.П. Ковалка, В.Б. Козлова, Б.П. Коробка, С.О. Кудрі, В.П. Кухаря, І.В. Недіна, Я.М. Семчука (Україна), А.А. Канаєва, І.З. Копча, Ф.В. Скалкина (РФ), Н. Енглунда, С. Келверта, (США), А.Вуейра, Дж.Твайделла (Англія) та ін. Проте глобалізація промислового та сільськогосподарського виробництва привела до збільшення екологічних проблем, внаслідок чого зростає необхідність проведення досліджень із забезпечення екологічної енергополітики, направленої на забезпечення потреб енергоресурсів і оптимального техногенного навантаження енергетичних об'єктів на довкілля.

Зарубіжний та вітчизняний досвід і проведені дисертантом дослідження свідчать, що проблеми ресурсозбереження та зменшення техногенного навантаження на довкілля паливно-енергетичних систем набули останнім часом особливої актуальності. Удосконалення та впровадження науково обґрунтованих і екологічно безпечних ресурсозберігаючих заходів і технологій в кінцевому результаті призведуть до зменшення енергетичної залежності України, економії природних ресурсів, зниження негативного впливу паливно-енергетичного комплексу на довкілля і, в кінцевому результаті, попередження локальних і глобальних екологічних кризових явищ та катастроф. У зв'язку з цим робота є актуальною, що і визначає перспективність як теоретичних, так і практичних результатів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація пов'язана з виконанням досліджень, передбачених планами науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. У 1998-2000 рр. виконувались наукові дослідження з проблеми „Наукові основи розробки

систем техногенно-екологічної безпеки в нафтогазовій галузі та нетрадиційній енергетиці” (№ державної реєстрації 0198U005853), затверджені Міністерством освіти і науки України. У 1998-2000 рр. виконано господарську угоду № 556/98 з підприємством „Прикарпаттрансгаз” на розроблення комплексної програми енергозабезпечення і нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.

З 2001 по 2003 рр. виконувалась тема „Наукові основи контролю управління і екологічного моніторингу об’єктами нафтогазового комплексу України” (№ державної реєстрації 0101U001664), а з 2010 по 2015 рр. продовжується тема “Підвищення енергетичної ефективності та надійності електротехнічних комплексів нафтової та газової промисловості”, які увійшли в тематичний план науково-дослідних робіт, що фінансується з коштів Державного бюджету Міністерства освіти і науки України.

Викладені в дисертації положення є складовою частиною підпрограми Енергозабезпечення проекту Державної програми соціально-економічного розвитку Карпатського регіону (головний виконавець – Інститут регіональних досліджень НАН України, м. Львів, 1994 р.), а також Комплексної програми енергозбереження Івано-Франківської області (м. Івано-Франківськ, 1999 р.) та міських програм енергозбереження та енергоефективності (2010-2013 рр.).

У межах наведених тем здобувач як виконавець і керівник окремих розділів запропонував використання наукових методів при впровадженні та розвитку нетрадиційних відновлювальних джерел енергії.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення рівня екологічної безпеки енергетичних об’єктів Карпатського регіону з використанням нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, а також розробка теоретичних положень екологічного моніторингу об’єктів електроенергетики.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Провести статистичні дослідження погіршення екологічної безпеки електростанціями України та іншими електроенергетичними об’єктами.
2. Науково обґрунтувати оптимальне завантаження теплових електростанцій з врахуванням якості палива та огляду на кількості викидів та їх агресивності до навколишнього середовища.
3. Провести економічну оцінку зменшення негативного впливу енергетики на здоров’я людей і збитків флорі та фауні завдяки впровадженню нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії.
4. Науково обґрунтувати впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії в Карпатському регіоні.
5. Підвищити надійність електропостачання завдяки використанню нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, що зменшить ймовірність екологічних кризових ситуацій.
6. Виконати математичне моделювання на базі матричних моделей моніторингу техногенного навантаження електроенергетики на навколишнє середовище.
7. Узагальнити та апробувати запропоновані рішення та організаційно-технічні заходи щодо ресурсозбереження та екологізації електроенергетики.

Об’єктом дослідження є явище техногенного навантаження електроенергетики на довкілля на основних рівнях її ієрархії: вироблення – розподілу – споживання енергії.

Предметом дослідження є система зв'язків між електроенергетичними об'єктами і рівнем забруднення навколишнього середовища та заходи підвищення екологічної безпеки Карпатського регіону з використанням нетрадиційних відновлювальних джерел енергії для поліпшення екологічної обстановки, зумовленої функціонуванням електроенергетичних об'єктів.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження є сучасні методи теорії системного аналізу взаємодії енергетики з навколишнім середовищем, в яких використовуються поняття “великої системи: енергетика – навколишнє середовище” як підсистеми ще більшої системи – „природа – людина”. Під час проведення досліджень використовувались основні теоретичні положення концепції “витрати – вигода” при використанні коштів на природоохоронні заходи, теорії енергетичної економіки, теорії випадкових процесів, теорії ймовірності, теорії множин, теорії управління виробництвом.

Інформаційна база дослідження – закони України, нормативно-законодавчі акти, прийняті Верховною Радою та Кабінетом Міністрів України, матеріали ЄС та ООН, монографії та науково-аналітичні статті українських та зарубіжних вчених в області екологічної безпеки, екологічних проблем енергетики.

Основні положення, що виносяться на захист:

- наукове обґрунтування заходів зменшення техногенного впливу теплових електростанцій на довкілля завдяки їх роботі з врахуванням кількості та агресивності викидів;
- методологія оцінки екологічної безпеки енергетичних об'єктів на основі запропонованого показника екологічної ефективності;
- наукове обґрунтування моніторингу техногенного навантаження енергетики на довкілля на основі матричних моделей;
- основні напрямки зменшення негативного впливу енергетики на довкілля внаслідок ресурсозбереження та впровадження відновлювальних джерел енергії.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі вирішення сформульованої проблеми одержано такі наукові результати:

- вперше запропоновано методологію коригування завантаження електростанцій з врахуванням допустимих концентрацій шкідливих викидів у навколишнє середовище, що дає змогу зменшити кількість викидів і втрати активної потужності в генераторах;
- вперше на основі запропонованих структурних математичних моделей розроблено стратегію розрахунку підвищення надійності систем електропостачання шляхом використання локальних відновлювальних джерел енергії та зменшення аварійних вимкнень електроенергії, що дає змогу забезпечити більшу надійність постачання електроенергії та досягти відповідного екологічного ефекту;
- вперше розроблено методологію створення матричних моделей моніторингу техногенного навантаження енергетики на навколишнє середовище, яка відрізняється від вже існуючих забезпеченням єдиної класифікації і кодування екологічної інформації на всіх стадіях енергетичної структури – вироблення, розподілу і споживання;
- удосконалено методологію розрахунку показника екологічної ефективності

електроенергетичних об'єктів, яка враховує всі взаємозв'язки енергооб'єктів з довкіллям, що дає змогу встановлювати зміну рівня екобезпеки за рахунок зменшення техногенних забруднень;

- удосконалено метод "витрати-виграш" на основі математичних моделей економічної оцінки впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії, що, на відміну від існуючого, дає змогу враховувати вираш від зменшення збитків фауни, флори і здоров'ю людей, зменшення втрат електроенергії;

- дістала подальшого розвитку, на основі системного аналізу, стратегія зменшення забруднення довкілля у Карпатському регіоні завдяки ресурсозбереженню та впровадженню відновлювальних джерел енергії, яка, на відміну від існуючої, базується на врахуванні ресурсозбереження та екологічного ефекту використання локальних джерел електроенергії;

- дістала подальший розвиток структура організаційно-технічних заходів з енергозбереження та екологізації енергетики шляхом використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії, освітньо-виховної роботи, а також створення громадських організацій контролю впровадження локальних джерел енергії, що дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки електроенергетики Карпатського регіону.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості на єдиній методологічній основі формулювати та розв'язувати проблеми зменшення техногенного навантаження на довкілля енергетичних об'єктів з використанням нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії. Розроблені математичні моделі, алгоритми і програми можуть бути використані для автоматизації оптимального керування режимами роботи електроенергетичних об'єктів, а також проектування систем енергозабезпечення на локальному і регіональному рівнях з врахуванням їх впливу на довкілля.

Результати досліджень використані у: комплексній програмі енергозбереження Івано-Франківської області (1999 р.), міських програмах (акт від 25.09.2012), цільовій програмі "Енергозбереження та енергоефективність м. Івано-Франківська на 2010-2013 рр.", муніципальному енергетичному плані м. Івано-Франківська до 2011-2016 рр., плані сталого енергетичного розвитку м. Івано-Франківська на 2012 р., стратегічному плані підвищення конкурентоспроможності та економічного розвитку м. Івано-Франківська на 2011-2015 рр. Результати роботи також використані у впровадженні методики покращення техніко-економічної та екологічної ефективності електроенергетичних систем (Укренерго, акт від 30.11.2012 р.). Науково-технічні результати дисертації використані при відновленні роботи Снятинської гідроелектростанції ГЕС та ГЕС в с. Золота Липа (довідка ТОВ "Енергоінвест", м. Вінниця).

На основі виконаних досліджень подано пропозиції про будівництво вітрових електростанцій (ВЕС) в Івано-Франківській області (1999 р.). Постановою Кабінету Міністрів України від 03.02.1997 р. №137 „Про комплексну програму будівництва вітрових електростанцій” передбачено будівництво ВЕС: Долинської 5×100 кВт, Верховинської – 25 МВт, Косівської – 25 МВт.

Матеріали дисертації використовуються у навчальному процесі в курсі „Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії і основи енергозбереження” для сту-

дентів спеціальностей „Електротехніка та електротехнології” (6.050701) і “Екологія та охорона навколишнього середовища ” (6.04010601) в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу, а також для спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища” у Галицькій академії (м. Івано-Франківськ).

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційного дослідження одержані автором самостійно. Постановка завдань досліджень, обговорення та узагальнення результатів здійснювалося на засіданнях кафедри електропостачання та електрообладнання ІФНТУНГ. Дисертанту належить основна ідея досліджень, яка полягає у тому, що значення техногенного навантаження енергетичних об’єктів на довкілля необхідно вирішувати в поєднанні модернізації технічного обладнання електростанцій, заходів ресурсозбереження та впровадження нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії.

Автором розроблено методологію створення матричних моделей моніторингу впливу енергетичних об’єктів на довкілля на всіх стадіях енергетичної структури.

У спільних наукових публікаціях внесок здобувача є визначальним: автору належить ідея роботи, формулювання завдань досліджень щодо зменшення техногенного навантаження енергетичних об’єктів на довкілля, завдання з регулювання роботи електростанцій з врахуванням якості палива, а також ресурсозбереження на рівні споживання електроенергії, запропоновано методику оцінки взаємозв’язків енергетичних об’єктів з довкіллям на основі коефіцієнта екологічної ефективності.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи одержали позитивну оцінку на: Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми і шляхи енергозабезпечення України” (м. Івано-Франківськ, грудень 1993 р.); Науково-практичній конференції „Альтернативні джерела енергії, шляхи вдосконалення підготовки фахівців” (м. Івано-Франківськ, травень 1995 р.); на Першій міжнародній науково-технічній конференції „Математичне моделювання в електротехніці й електроенергетиці” (м. Львів, вересень 1995 р.); Міжрегіональному науково-практичному семінарі по обміну досвідом „Інформаційні і енергозберігаючі технології для трубопровідних систем енергетики” (м. Яремче, Івано-Франківська обл., вересень 1996 р.); Міжкафедральному науково-методичному семінарі ІФНТУНГ „Енергетика – екологія – економіка” (листопад 1996 р.); Третій конференції „Елсг Соп – 97”, „Нові технології та інвестиції США в енергетичний сектор України” (м. Київ, квітень 1997 р.); Другій міжнародній науково-практичній конференції „Управління енерговикористанням” (м. Львів, 1997 р.); Першій міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми економії енергії” (м. Львів, червень 1998 р.); Науково-практичній конференції „Вчені Прикарпаття про проблеми краю ” (м. Івано-Франківськ, березень 2000 р.); Міжнародній конференції Єврорегіонів „Мир та безпека” (м. Івано-Франківськ, жовтень 2000 р.); Дев’ятій міжнародній науково-практичній конференції Міністерства палива та енергетики України з питань розвитку й впровадження техніки і технологій, використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (м. Трускавець, Львівська обл., 23.10.2000 р.); Першій міжнародній науково-практичній конференції “Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні” (м. Львів, 2001 р.); Третій міжнародній науково-практичній конференції “Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні” (м. Львів,

2005 р.); Міжнародній науково-практичній конференції “Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці” (м. Івано-Франківськ, квітень 2007 р.); Міжнародній конференції “Впровадження енергоефективних технологій та інновацій через залучення інвестицій” (м. Івано-Франківськ, червень 2008 р.); Першій міжнародній науково-практичній конференції “Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування” (м. Івано-Франківськ, вересень 2012 р.).

Публікації. Основні результати дисертації викладені у 40 публікації, у тому числі – 22 у фахових виданнях України, та в 6 публікаціях у збірниках праць Міжнародних та Всеукраїнських науково-технічних конференцій. За результатами досліджень захищено патент на винахід. Автор дисертаційного дослідження є співавтором однієї монографії.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладені на 256 сторінці загального тексту, включили 19 таблиць та 55 рисунків (з них 5 повністю займають площу сторінки). Список використаних джерел враховує 191 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У першому розділі „Сучасний стан, проблеми техногенного навантаження електроенергетики” здійснена теоретична оцінка сучасного стану електроенергетики України та її техногенного навантаження на довкілля. Відзначено, що в електроенергетиці України ще за часів колишнього СРСР загострилися проблеми забезпечення електростанцій органічним паливом, реконструкції та модернізації відпрацьованого обладнання, його доведення до сучасного рівня надійності, екологічності та економічності, дотримання безпечного рівня функціонування атомних електростанцій. Після набуття Україною незалежності енергетична галузь хоча і отримала певну свободу дій у вирішенні зазначених проблем суто економічними засобами на засадах відкритого ринкового співробітництва між компаніями в Україні та з розвинутими країнами світу, але не змогла впоратися з цими проблемами.

Урядом розроблена програма структурної перебудови економіки України, в якій передбачено ряд заходів, у тому числі забезпечення переходу до ринкових відносин всіх галузей паливно-енергетичного комплексу. У зв’язку з цим в електроенергетичній галузі з 1994 р. розпочалася реструктуризація.

На базі восьми регіональних виробничо-енергетичних об’єктів створено шість державних акціонерних генеруючих компаній, державну енергетичну компанію (з національним диспетчерським центром), до якої входять розподільчі електромережі напругою 220 кВ і вище. Мережі напругою 150–110 кВ і нижче належать обласним і регіональним державним акціонерним компаніям.

Цілісність електроенергетичної системи України забезпечується Державною енергетичною компанією і Національним диспетчерським центром з його філіалами в регіонах. Із генеруючих електростанцій створено: чотири державні генеруючі компанії теплових електростанцій з установленою потужністю $P_{\text{уст}}=31887,7$ МВт (61,3 %), дві генеруючі компанії гідроелектростанцій потужністю $P_{\text{уст}}=4693,3$ МВт (9 %), атомні електростанції об’єднані в окрему генеруючу компанію атомних електростанцій (АЕС) з установленою потужністю $P_{\text{уст}}=12818$ МВт (24,6 %). Крім того, в

Україні функціонує біля 240 промислових (незалежних від Міністерства енергетики) теплових енергоцентраль (ТЕЦ) загальною установленою потужністю $P_{\text{устан}}=628,8$ МВт (5,1%). Структура генеруючих електростанцій зображена на рис. 1. Результати

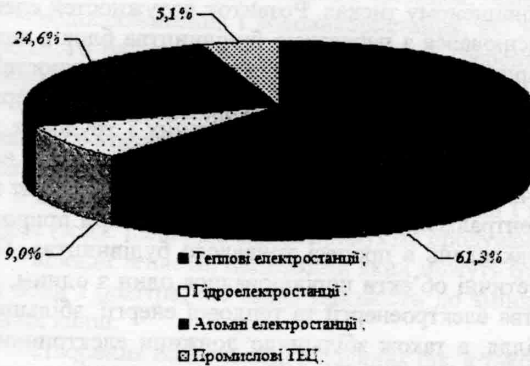


Рис. 1. Загальна структура генеруючих електростанцій

На підставі вивчення літературних джерел та практики функціонування вітчизняних та зарубіжних підприємств встановлено, що найбільшу ефективність в енергетиці розвинених держав мають системи комбінованого циклу виробництва енергії

з максимальним коефіцієнтом корисної дії, якого досягають за рахунок використання високотемпературного підводу тепла в газову турбину і парового циклу. У США виробництво електроенергії по комбінованому циклу планується до 60%.

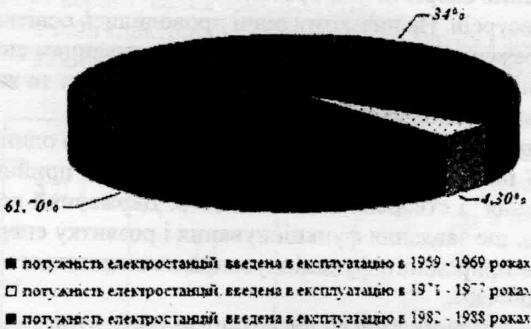


Рис. 2. Терміни введення в експлуатацію теплових електростанцій України

викиду сполук вуглекислого газу, ніж всі інші застарілі форми генерації енергії з використанням палива. Раціональним, у першу чергу, виходячи з економічних можливостей держави (в тому числі і використання низькоякісного вугілля), є впровадження нових високоефективних та екологічно чистих технологій термічного перероблення твердого палива. До них відносяться методи спалювання вугілля в циркулюючому киплячому шарі (ЦКШ). Нові технології дозволяють використовувати паливо зольністю до 60% з використанням газу або мазуту і забезпечити рівень викидів оксидів сірки і азоту менше, ніж 250 мг/м^3 . За даними технологій в США, Франції, Японії, Голландії та Іспанії введені в експлуатацію електростанції, де використовуються блоки з одиничною потужністю від 80 до 330 МВт.

У Науково-технічному центрі електротехнологій НАН України та Міненерго України створені експериментальні установки по дослідженню термоконттактного піролізу, кінематики й динаміки спалювання та газифікації вугілля і коксів в киплячому шарі при атмосферному та підвищеному тисках. Розвиток потужностей електростанцій енергетики України здійснювався з перевагою будівництва блоків великих потужностей, що зумовило погіршення маневреності генеруючих потужностей в умовах дефіциту палива. Головними аргументами на користь централізації енергозабезпечення були: зменшення капітальних вкладень, матеріальних і трудових затрат за рахунок збільшення одиничних потужностей агрегатів і електростанцій, певного підвищення паливної економічності за рахунок зменшення питомих витрат палива. Встановлено, що при такій централізації не були враховані фактори природо-користування, знецінення капіталовкладень в процесі тривалого будівництва. При економічному обґрунтуванні енергетичні об'єкти порівнювалися один з одним, що посилює централізацію виробництва електроенергії та теплової енергії, збільшило техногенне навантаження на довкілля, а також збільшило довжини електричних і теплових мереж, завдяки чому зросли втрати енергії при її транспортуванні.

Процес централізації стримував розвиток малих енергетичних технологій, у тому числі й екологічно чистих, призупинилось енергомашинобудування малих потужностей, не створювались нові технології генерування енергії, а також утилізації вторинних ресурсів, що також зумовило певну долю паливно-енергетичної кризи. Крім того, значний вклад в загострення енергетичної кризи внесли безгосподарне та марнотратне використання енергоресурсів. На низькому рівні проводились освітньо-виховні роботи з питань енергозбереження, обліку і контролю за споживанням енергоресурсів як на стадії проектування, так і під час експлуатації виробничих та житлово-обутових приміщень, суспільно-господарської діяльності.

З метою усунення вище вказаних недоліків енергозбереження визнано одним з пріоритетних напрямків державної політики. Верховною Радою України прийнято Закон України „Про енергозбереження” і створено в липні 1995 р. Державний комітет з енергозбереження. Відзначено, що завдання функціонування і розвитку енергетики, а також збереження рівноваги природного функціонування навколишнього середовища, мають об'єктивні протиріччя.

За результатами вивчення літературних джерел дисертантом обґрунтовано, що взаємодія енергетики з навколишнім середовищем відбувається на всіх рівнях ієрархії паливно-енергетичного комплексу: добування, переробки, транспортування, перетворення, розподілу та використання енергії. Тому сучасні проблеми взаємодії енергетики з навколишнім середовищем обумовили використання в аналізі поняття великої системи „енергетика – навколишнє середовище” (ВСЕНС).

Виконані дисертантом дослідження дають змогу розглядати паливно-енергетичний баланс як об'єднання потужних первинних джерел енергії ($\Sigma\Pi$), перетворення потужності цих джерел енергії (ΣT) і забезпечення споживачів (ΣP) електричною енергією (ΣE) та необхідним паливом (ΣB) (рис. 3). Показано, що з поміж усіх галузей промисловості енергетика найбільше забруднює атмосферу – 32%. Україна займає восьме місце у світі як емітер оксидів вуглецю в енергетичній галузі, її частка становить 2,35% загальносвітових викидів цієї речовини енергетикою.

Проаналізувавши дані різних джерел, можна виділити декілька груп найбільш важливих взаємодій енергоустановок з компонентами навколишнього середовища:

- викиди в атмосферу твердих частинок, газів, пари;
- водоспоживання і водовикористання, які зумовлюють зміну природного матеріального балансу водного середовища (перенесення солей, поживних речовин та інших);
- випадання на поверхню ґрунтів твердих частин та рідких розчинів продуктів викидів в атмосферу, в тому числі різних металів і їх сполук, кислот і кислотних залишків, канцерогенних речовин;
- викиди безпосередньо на поверхню суші і води продуктів спалювання твердих палив (золи, шлаку), а також продуктів продування (газ, сажа тощо);
- викиди теплоти, наслідками яких можуть бути локальні підвищення температури води і повітря, що може призвести до зміни випаровування, опадів, туманів та інших явищ;
- створення водосховищ в долинах рік, а також створення штучних ставків (озер) – охолоджувачів, що викликає зміну якісного й кількісного складу станів річок, зміну гідрології водного басейну і, в кінцевому результаті, викликає зміну мікроклімату;
- зміна ландшафту при спорудженні різних енергетичних об'єктів, споживання ресурсів літосфери, в тому числі вирубування лісів, вилучення із сільськогосподарського користування земель, луків;
- вплив електромагнітних полів на фауну і флору;
- викиди твердих і рідких радіоактивних відходів.

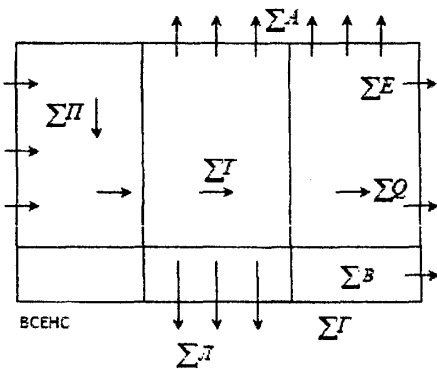


Рис. 3. Структурна схема паливно-енергетичного комплексу

У схемі, зображеній на рис. 3 сумарне техногенне навантаження енергетичної системи на довкілля включає: ΣA – викиди в атмосферу, ΣL – викиди в літосферу, ΣQ – теплову енергію, $\Sigma Г$ – взаємодію з гідросферою. Наведені обґрунтування різних впливів енергетики на атмосферу, гідро- і літосферу умовні, так як всі вказані взаємодії пов'язані між собою і кожний вплив не може розглядатися ізольовано. Крім того, механізми взаємодії кожної з груп є складними фізичними і фізико-хімічними процесами та явищами, ступінь вивчення яких у глобальному вимірі не дає необхідних для достовірної кількісної оцінки даних.

Встановлено, що серед багатьох аспектів аналізу взаємозв'язків енергетики з навколишнім середовищем (правовий, соціальний, екологічний, філософський тощо) важливе значення має екологічний аспект. Йому присвячена значна кількість досліджень, проте екологічні оцінки впливу енергетики на довкілля і довкілля на енергетику залишаються проблемними. Складність полягає в тому, що вплив енер-

гетики на фауну, флору, склад повітря і здоров'я людей є багатофакторним процесом, який функціонує відповідно до фізико-хімічних закономірностей, збитки від якого з достовірною точністю визначити або математично обчислити неможливо. Крім того, зменшення негативного впливу енергоустановок пов'язане зі значними додатковими капіталовкладеннями. Виконання вимог до енергетичного обладнання, зумовлених умовами охорони навколишнього середовища, можуть викликати збільшення капіталовкладень на електростанціях, ТЕЦ, котельнях від 15–20% до 150–200%.

Попри об'єктивну необхідність застосування системного підходу до зменшення техногенного навантаження енергетичних об'єктів на довкілля, структура та склад таких систем в літературі та на практиці розкриті та охарактеризована недостатньо. У зв'язку з цим актуальним є застосування системного підходу до зменшення техногенного навантаження енергетичних об'єктів на довкілля, основними напрямками якого є:

- максимальне використання природної сировини та енергії шляхом вдосконалення й модернізації виробництва, направлених на зменшення витрат енергоресурсів і техногенного навантаження на довкілля;

- продукти техногенної діяльності людини повинні стати „іжею” для біологічних систем або початковою сировиною для наступної виробничої діяльності;

- розробка й впровадження екологічно чистих технологій, у тому числі і відновлювальних джерел енергії;

- освітньо-виховна робота з населенням, направлена на формування у кожного громадянина свідомого відношення до контролю, економії та самообмеження споживання ресурсів, як одного з найреальніших напрямків попередження екологічних та енергетичних криз;

- вдосконалення та впровадження нових систем обліку й контролю використання ресурсів;

- створення регіональних, державних структур еколого-економічного моніторингу електроенергетики та інших техногенно небезпечних галузей промисловості;

- проведення наукових розробок щодо впровадження неенергоємних „зелених” геліотехнологій, які реалізуються на принципах самоорганізації природи та адаптації її до змін кліматичних умов.

У *другому розділі* дисертаційної роботи „Розробка методології зменшення техногенного навантаження енергетики на довкілля” на основі системного аналізу узагальнено групу чинників економічної та екологічної ефективності енергетики на основних рівнях її ієрархії: генерації – розподілу – споживання. Енергетичні об'єкти наведених вище основних рівнів можуть мати однакові або різні показники, по-різному впливати на довкілля, тому для кожної групи цих рівнів передбачаються окремі блоки економічних, технічних і екологічних показників, які взаємопов'язані між собою.

На підставі отриманих результатів досліджень автором встановлено, що показники техногенного навантаження на довкілля генеруючих станцій залежать від їх типу (атомні, теплові, гідроелектростанції), виду та якості первинних енергоресурсів, а також кількості й ефективності природоохоронних технічних засобів, географічних та інших умов розміщення. Тому для виявлення зв'язків взаємодії енергети-

чних об'єктів з довідлям, розроблення стратегії щодо покращення техногенної безпеки складну енергетичну систему розглядаємо як n ($i=1,2,\dots,n$) об'єднаних підсистем, основними складовими яких є:

- генеруючі станції (ТЕС, АЕС, ГЕС);
- розподільні системи, підстанції;
- електротехнічні системи споживачів.

Використовуючи так назване "Кортежне" визначення системи, можна записати:

$$\Sigma = \{ \{M\}, \{x\}, F \}, \quad (1)$$

де Σ – електроенергетична система; $\{M\}$ – сукупність елементів в ній; $\{x\}$ – сукупність зв'язків; F – функція системи (техногенне навантаження на довідлям).

З метою визначення умов кількісної характеристики техногенного навантаження в дисертації прийнято узагальнену внутрішню структуру та сукупність зв'язків енергетики України (рис. 4).

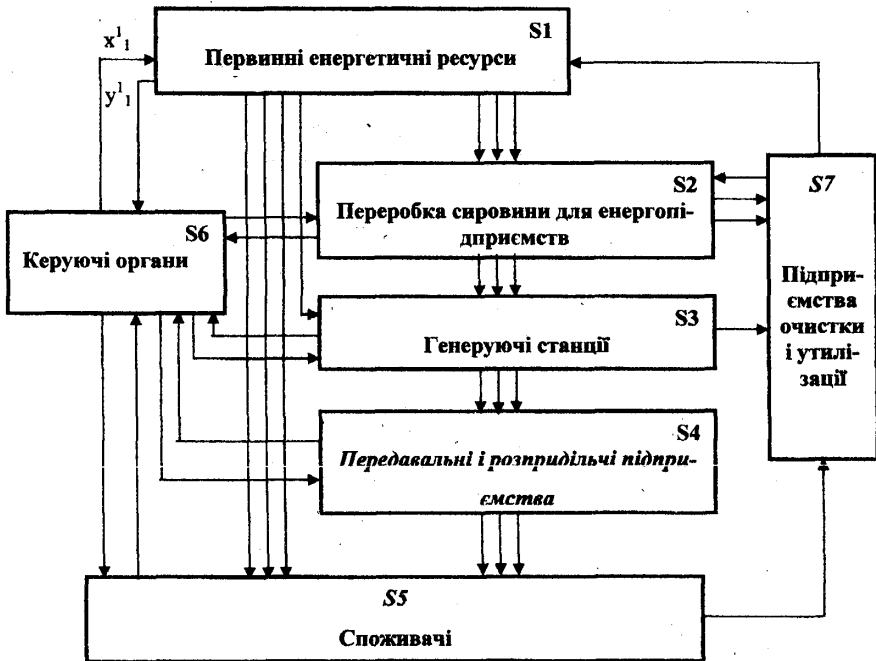


Рис. 4. Внутрішня структура і сукупність зв'язків підсистеми енергетики

Кожна підсистема $S^{(i)}$ описується зовнішніми характеристиками: вектором входу $X^{(i)}$ і вектором виходу $Y^{(i)}$, а також внутрішньою характеристикою величин з оператором перетворення $T^{(i)}$. Оператор перетворення визначає зв'язки між входом і виходом: $Y^{(i)} = T^{(i)} X^{(i)}$. У загальному оператор перетворення може представляти будь-яке відображення, але для первинного представлення системи доцільно використо-

увати у якості оператора логічні (нормовані) співвідношення між координатами входу і виходу. У випадку логічного відображення оператор T представляється матрицею розмірністю $m \times n$, де m – розмірність вектора виходу, а n – розмірність вектора входу, де елемент t_{ij} , якщо існує зв'язок між i -м виходом і j -м входом, і $t_{ij} = 0$, якщо такий зв'язок досить слабкий.

На підставі вище означеного і використання квазідіагональних матриць одержані співвідношення: $1X = TS(X)$; $1Y = ST(Y)$, які відображають причинно-наслідкові зв'язки між початковими X , Y і кінцевими $1X$, $1Y$ станами всіх входів і виходів всіх елементів системи та визначають зв'язки, завдяки яким можливе управління системою. За результатами дослідження дисертантом встановлено, що використання запропонованої методики дає змогу визначити основні напрями негативного впливу енергетики на довкілля, тобто дати умовну якісну характеристику у вигляді наступної множини:

$$A_{TH} : \{ \{S_{EC}\}, \{E_T(t)\}, \{N_{ВП}\}, \{P_{ЯС}\}, \{З_{ВД}\}, \{O_{НС}\}, \{B_{ВР}\}, \{B_{ЕМП}\}, \{K_{АГ}\}, \{B_{ЛД}\} \}, \quad (2)$$

де S_{EC} – встановлена потужність генеруючих станцій, ТЕЦ; $E_T(t)$ – кількість виробленої електричної і теплової енергії; $N_{ВП}$ – питомі викиди в атмосферу; $P_{ЯС}$ – показник складу і якісного палива; $З_{ВД}$ – земельні відведення для золовідходів, охоронної зони електростанцій, земельні ділянки трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів; $Q_{НС}$ – тепловий вплив на навколишнє середовище; $B_{ВР}$ – вплив на водні ресурси; $B_{ЕМП}$ – вплив електромагнітного поля; $K_{АГ}$ – коефіцієнт агресивності викидів; $B_{ЛД}$ – вплив на ландшафт.

Використовуючи вираз (2), антропогенне навантаження енергетичних об'єктів на довкілля пропонується оцінювати за допомогою показника екологічної ефективності ($\Pi_{ЕЕФ}$):

$$\sum(\Pi_{ЕЕФ}) = \frac{\sum(A_{TH})}{\sum_{i=1}^n E_{Ci} + \sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (3)$$

де A_{TH} – функція антропогенного навантаження об'єктів на довкілля; E_{Ci} – вироблена енергія i -тою електростанцією, ТЕЦ; Q_i – спожита тепла енергія i -тої електростанції, ТЕЦ.

Проведені нами аналіз і дослідження показують, що економічна ефективність енергетики в сучасних умовах є складним багатопараметричним процесом. основними складовими якого є:

$$\Sigma E = \{ \{E_{Г}\}, \{\Delta E_{\Sigma}\}, \{P_{Н}\}, \{P_{ЯК}\} \dots \{E_{Н}\}, \{P_{Р.ПЛ}\}, \{A_{TH}\} \}, \quad (4)$$

де $E_{Г}$ – енергоздатність генеруючих станцій; ΔE_{Σ} – сумарні втрати енергії в системі “електростанції – споживачі”; $P_{Р.ПЛ}$ – планова робоча потужність генеруючих станцій; $P_{Н}$ – показники надійності електроенергії; $P_{ЯК}$ – показники якості електроенергії; $E_{Н}$ – енергія навантаження споживачів; A_{TH} – сумарне техногенне навантаження енергетики на довкілля.

Виходячи з вищенаведеного, зроблено висновок, що покращення енергозабезпечення споживачів і зменшення негативного впливу енергетичних об'єктів на довкілля може бути здійснено за рахунок:

- впровадження системи заходів, направлених на збереження та, в кінцевому результаті, зниження споживання ресурсів, і, як наслідок, – зменшення техногенного навантаження на довкілля;
- використання екологічно чистих відновлювальних джерел енергії.

Враховуючи економічну кризу в Україні, обтяжливу залежність національної економіки від зовнішніх ресурсів, пріоритетним напрямком дослідження з підвищення економічної та екологічної ефективності енергетики прийнято енергозбереження та впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії. Проте, покращення екологічної ефективності енергетики є складною проблемою, яка потребує значного технічного та технологічного переозброєння, структурних змін у енерговикористанні, узагальнення і удосконалення структури заходів щодо підвищення економічної та екологічної ефективності енергетики. Узагальнена структура заходів передбачає два основних напрямки: організаційний – мало витратний та технічний, який вимагає відповідних затрат коштів і часу.

У сучасних умовах обмеження ресурсів (особливо на реконструкцію та модернізацію) в першу чергу розглядаються організаційні заходи, основними критеріями яких є: енергозбереження, профілактичні огляди та ремонти, у тому числі підвищення якості ремонтів, інформаційно-навчальна робота. Результати дослідження функціонування вітчизняних підприємств дали змогу дійти висновку, що енергозбереження передбачає: зменшення технологічних і нетехнологічних, у тому числі і комерційних втрат енергії; удосконалення систем обліку та контролю; використання вторинних енергоресурсів і сировини; раціональне обмеження енергоспоживання.

Реальними, маловитратними напрямками підвищення ККД станцій, ТЕЦ, котельень є зменшення витрат на власні потреби. Збільшення ККД ТЕС, ТЕЦ і котельень може бути досягнуто шляхом зменшення теплових викидів вихідними газами і шлаками, втрат енергії через хімічну та механічну неповноту згоряння палива, втрат теплоти в обшивках котлоагрегатів, а також утилізації теплової енергії витратних газів. Перспективною нетрадиційною технологією є впровадження систем когенерації (спільного виробництва теплової та електричної енергії) на базі газотурбінних технологій на ТЕЦ, в котельнях.

Особливістю електроенергії є те, що її транспортування від пунктів виробництва до пунктів споживання здійснюється за рахунок самої електроенергії, яку називають втратами, або більш точно – технологічними витратами енергії на її передачу і розподіл. Одним із напрямків ресурсозаощадження є зменшення енергоємності продукції за рахунок модернізації обладнання, покращення технологічного процесу, раціональних витрат на освітлення. Тому при виконанні досліджень нами приділено увагу економії електроенергії в освітлювальних установках промислових підприємств. Дослідження показали, що зменшення забруднення довкілля, економія первинних ресурсів в Україні повинні вирішуватись також за рахунок переробки вторинної сировини, зокрема металобрухту, макулатури і, особливо, використаної пластикової тари та інших відходів.

На підприємствах чорної металургії, хімічної, нафтохімічної, нафтопереробної, газової промисловості, важкого машинобудування, промисловості будівельних матеріалів є значні можливості утилізації теплової енергії, вихідних газів, яка в котельнях може досягати 7 – 18%, в промислових печах – 20 – 30%, а також теплоти витяжного повітря. Для розв'язання цієї проблеми в багатьох країнах широко використовуються контактні конденсаційні або поверхнево-конденсаційні теплоутилізатори.

В організаційні напрями структури заходів входить блок профілактичних оглядів, від яких залежить своєчасне виявлення нетехнологічних втрат, попередження аварійних пошкоджень тощо. Особливої уваги в цьому блоці заслуговують різні системи технічного контролю за енергоспоживанням та технічним станом електрообладнання (контроль ізоляції електричних машин, їх вібрацій, температури обмоток, трансформаторної оливи та ін.).

Інформаційно-навчальна робота забезпечує підбір і навчання кадрів, енергетичний аудит, роз'яснювальну роботу серед населення, що передбачає виховання культури використання енергоресурсів за рахунок раціонального споживання, особливо в години найбільших активних навантажень енергетичних систем, а в кінцевому результаті – зменшення техногенного навантаження енергетики на довкілля.

Технічний напрям підвищення екологічної та економічної ефективності енергетики забезпечує модернізацію технічного обладнання на різних рівнях енергетичної ієрархії: генерування – розподілу – електровикористання. Дані заходи вимагають значних коштів і відповідного часу. Встановлено, що характерним для способів зменшення викидів шкідливих речовин, які існують і розробляються, є їх капіталосмкість. Всі вони вимагають великих капіталовкладень, у зв'язку з чим у дисертаційній роботі розроблено альтернативні підходи розв'язання цієї задачі. Пропонується використати ту ситуацію, що склалася нині у вітчизняній енергетиці. А саме, завдяки наявності досить великого резерву генеруючих потужностей в енергосистемах можливо диспетчерськими засобами розподіляти навантаження між джерелами електроенергії, віддаючи перевагу економічним і відносно екологічно кращим.

Задача оптимізації режимів роботи станцій в енергосистемі формулюється у вигляді критерію:

$$\min \left\{ F = \int_0^T \sum_{i=1}^s c_i B_i(P_i) dt \right\}, \quad (5)$$

де $B_i(P_i)$ – витратна характеристика i -ї станції; P_i – поточна потужність (навантаження) i -ї станції, що оптимізується; c_i – вартість однієї тонни умовного палива на i -й станції; s – кількість станцій в енергосистемі; T – інтервал часу, на якому навантаження споживачів не змінюється і на якому оптимізується робота станцій.

Врахувати екологічний вплив станцій при оптимізації їх режимів можна, врахувавши складову витрат на покриття збитків від викидів шкідливих речовин. Тоді (5) перепишеться у вигляді:

$$\min \left\{ F = \int_0^T \left[\sum_{i=1}^s c_i B_i(P_i) + \sum_{i=1}^s Z_i(P_i) \right] dt \right\}, \quad (6)$$

де $Z_i(P_i)$ – збитки від викидів шкідливих речовин i -ї станції.

Збитки від викидів шкідливих речовин ТЕС залежать від багатьох чинників, таких як висота труб станцій, густина заселення району, напрямок вітру, атмосферні опади тощо не можуть бути визначені аналітично, їх можна врахувати лише наближено експериментальним шляхом за результатами статистичної обробки даних. Як правило, вони визначаються окремо для різних шкідливих речовин:

$$\begin{aligned} & \text{ - для окису сірки} & Z_{ci} &= k_{c0i} + k_{c1i} P_i + k_{c2i} P_i^2; \\ & \text{ - для окисів азоту} & Z_{ai} &= k_{a0i} + k_{a1i} P_i + k_{a2i} P_i^2; \\ & \text{ - для золи} & Z_{zi} &= k_{z0i} + k_{z1i} P_i + k_{z2i} P_i^2, \end{aligned} \quad (7)$$

де k_{ci} , k_{ai} , k_{zi} – коефіцієнти апроксимації залежностей збитків від викидів в атмосфері i -тою станцією сполук сірки, азоту та золи відповідно.

Розв'язок задачі (5), знайдений методом Лагранжа з урахуванням балансу потужностей в енергосистемі, має вигляд:

$$\mu_i = \frac{c_i b_i}{1 - \sigma_i} = \text{idem}, \quad (8)$$

де b_i – відносні прирости витрат палива на i -й станції; σ_i – відносні прирости втрат активної потужності в електричній системі при зміні потужності i -ої станції на ΔP .

Відповідно знайдений розв'язок рівняння (6):

$$\mu_i = \frac{c_i b_i + z_i}{1 - \sigma_i} = \text{idem}, \quad (9)$$

де z_i – відносний приріст збитків від викидів i -ої станції при зміні її потужності на ΔP .

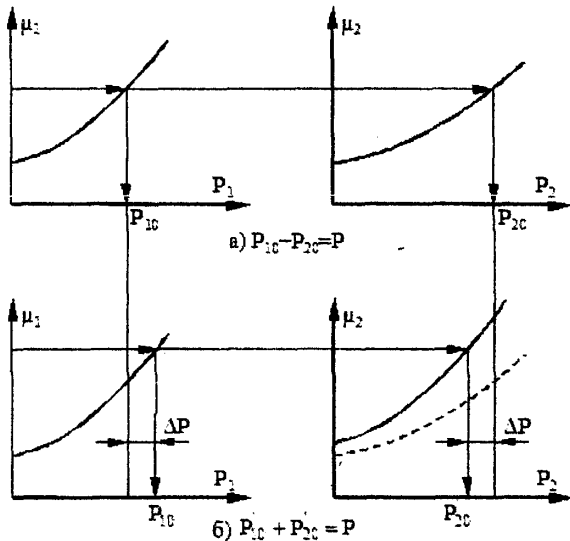


Рис. 5. Розподіл навантаження між станціями без врахування (а) і з врахуванням (б) збитків від шкідливих викидів

Одержаними в такому вигляді розв'язками задач оптимізації (8) і (9) скористатися для практичної реалізації складно, тому вони мають в основному методичне значення. Так, з порівняння (8) і (9) видно, що введення в цільову функцію залежності збитків від шкідливих речовин корегує оптимальні навантаження станцій. Механізм такої корекції проілюстровано на рис.5 на прикладі розподілу навантаження системи P між двома станціями. Для спрощення, яке не впливає на принцип розподілу, ми знехтували відносними приростами втрат потужності в системі ($\sigma_i = 0$), врахували збитки від шкідливих викидів тільки на другій станції. З

рис. 5, б видно, що врахування збитків від шкідливих викидів призводить до перерозподілу навантаження між станціями відповідно до величини Z_i . У випадку, що розглядається, потужність другої станції P_2 зменшилась на ΔP , а першої P_1 – збільшилась на таку саму величину.

Враховуючи наведені залежності, запропоновано принципово новий підхід до розв'язання задач оптимального розподілу навантаження між станціями. Він ґрунтується на відомому принципі найменшої дії. Стосовно задачі, що розглядається, цей підхід інтерпретується у формі розрахунків оптимальних режимів електроенергетичної системи за R- заступною схемою (R- схема), в якій всі елементи системи представляються тільки своїми активними опорами (рис. 6). Ці опори розраховуються за формулою:

$$R_{ei} = \frac{c_i B_i(P_i) U_i^2}{P_i^2 v}, \quad (10)$$

де v – вартість втрат електроенергії в системі; U_i – напруга в i -тому вузлі системи, до якого приєднується i -та станція.

Очевидно, що при врахуванні збитків від шкідливих викидів станцій еквівалентний опір, за яким розміщується станція, повинен бути іншим. Його запропоновано розраховувати наступним чином. Представимо збитки від шкідливих викидів як рівні за величиною затратам на покриття втрат активної потужності в активному опорі R_{zi} при протіканні через нього потужності станції P_i :

$$Z_i(P_i) = \frac{P_i^2}{U_i^2} R_{zi} T v. \quad (11)$$

З (9) за умови, що T дорівнює 1 год, знаходимо:

$$R_{zi} = \frac{Z_i(P_i) U_i^2}{P_i^2 v}. \quad (12)$$

За своєю фізичною суттю опір R_{zi} відображає вплив станції на довкілля і природно назвати його екологічним опором станції.

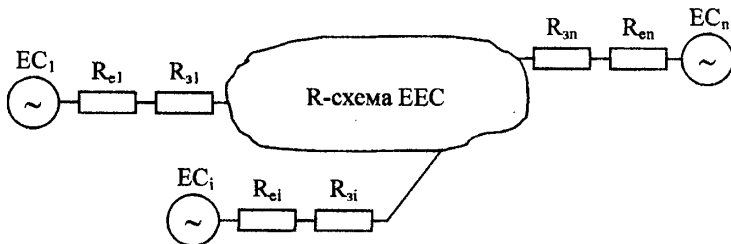


Рис. 6. Розподіл навантаження між станціями за R- схемою

Отже, як випливає з постановки задачі (9), еквівалентний опір, за яким розміщується станція при врахуванні шкідливого впливу її на навколишнє середовище, складається з двох складових:

$$R_{\text{екст}} = R_{\text{ел}} + R_{\text{зі}} = \frac{[c_i B_i(P_i) + 3_i(P_i)] U_i^2}{P_i^2 v} \quad (13)$$

На рис.7 наведено алгоритм розрахунку оптимального розподілу навантаження системи між станціями з врахуванням їх шкідливих викидів.

В алгоритмі враховано, що на значення потужностей станцій і напруг на їх шинах накладаються обмеження типу:

$$P_{i \min} \leq P_i \leq P_{i \max} ; U_{i \min} \leq U_i \leq U_{i \max}$$

Вони можуть бути враховані шляхом відповідної корекції опорів згідно з (12) та (14).

У третьому розділі "Розробка теоретичних основ удосконалення аналитичних моделей техніко-економічної та екологічної оцінки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії" на підставі закордонних та вітчизняних даних проаналізовано використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії як екологічно стійкої енергії. У результаті проведених досліджень дисертантом запропоновано структуру енергозабезпечення Карпатського регіону, яка передбачає паралельно з існуючими електроенергетичними системами використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії.

Враховуючи географічні, соціально-економічні особливості регіону, зроблено висновок, що першочерговими напрямками відновлювальних джерел енергії повинні бути: мала гідроенергетика, вітроенергетика, використання неділової деревини та відходів, відновлення малодобітних нафтових і газових свердловин, рідкі альтернативні палива, сланцеві родовища та ін. Особливої уваги заслуговують комбіновані відновлювальні джерела енергії. У зв'язку з цим в процесі досліджень нами запропоновано удосконалення структурної схеми комбінованого джерела живлення малої потужності на базі паливної комірки. В запропонованій схемі частково вирішено питання збільшення електричного коефіцієнта корисної дії завдяки використанню термоелектричного перетворювача, та використання теплової енергії, як не основного продукту роботи паливної комірки.

Проведені дослідження показали, що повторюваність швидкостей вітру протягом певного часу для будь-якої місцевості тим більша, чим менша його швидкість. Сучасні вітроенергетичні установки розвивають номінальну потужність при швидкості вітру 7-9 м/с.

У зв'язку з вищезазначеним дисертантом запропоновано використовувати регулювання потоків повітря для дахових ВЕУ на основі рівняння нерозривності потоку рідини чи газу. Основні положення висновків включені у Комплексну програму енергозбереження Івано-Франківської області (1999 р.). На основі одержаних даних подані пропозиції до формування обласної і державної програми по вітроенергетиці, з врахуванням яких постановою Кабінету міністрів України від 3 лютого 1997 р. передбачено будівництво Долинської вітроелектростанції потужністю 5×100 кВт.

Електроенергетика України орієнтувалась на монопольну, з великими одиничними потужностями централізовану енергетичну систему. Більше 90% електричної і теплової енергії виробляється атомними та великими тепловими й гідравлічними станціями. Концепція централізації потужностей призвела до їх нерівномірного роз-

ташування і зростання техногенного навантаження на довкілля в промислово розвинутих регіонах. Проте проблеми раціонального природокористування, своєчасної реконструкції електростанцій залишилися не вирішеними, малі ТЕЦ руйнувались або перетворювалися в котельні, консервувались, зникали малі ГЕС. Внаслідок цього на даний час в Україні нетрадиційними відновлювальними джерелами енергії виробляється близько 1% електроенергії.

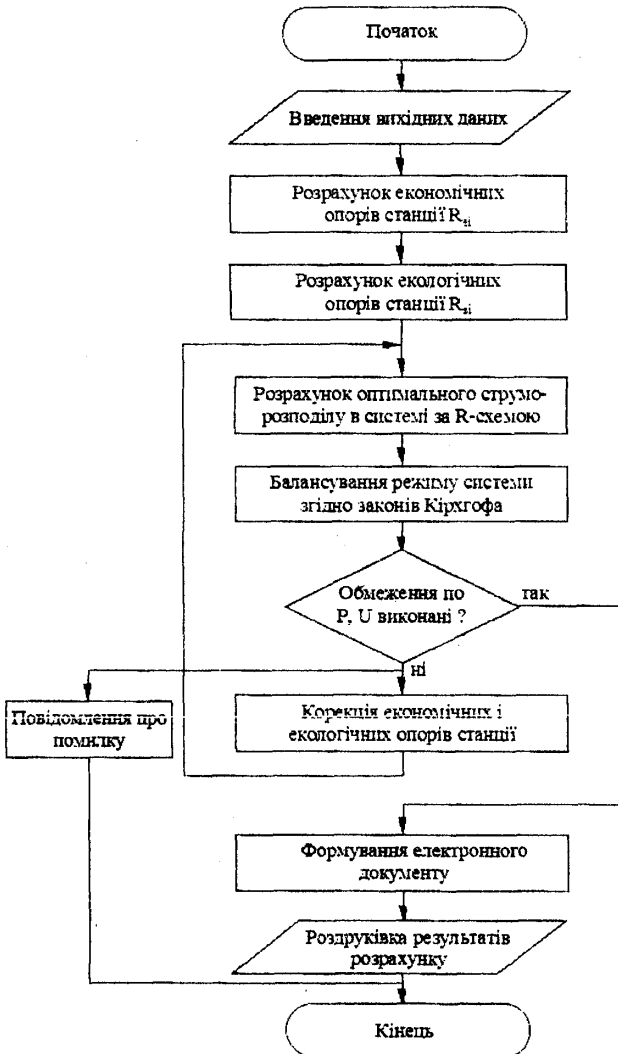


Рис. 7. Блок-схема алгоритму розрахунку оптимальних режимів станцій в системі з врахуванням шкідливих викидів

Показано, що відсутність достовірного обліку електроенергії споживачами для власних потреб, не-об'єктивні балансові та розрахунково-аналітичні методи оцінки економічної та екологічної ефективності призвели до штучного завищення ефективності централізації енерговиробництва, зменшення ефективності де-концентрованих малих когенерацій і впровадження нетрадиційних енерготехнологій. Тому проведений автором аналіз і дослідження показали, що основними причинами повільного впровадження нетрадиційних відновлювальних джерел енергії є:

- більша, порівняно з потужними електростанціями питома, вартість будівництва і експлуатації, у тому числі через недостатній рівень автоматизації проектування і експлуатації;

- недостатньо науково обгрунтована тенденція використання тільки великих одиничних потужностей джерел енергії на ТЕС, АЕС, крупних ГЕС;

- відсутність науково обгрунтованої методики комплексної оцінки нетрадиційних відновлюва-

льних джерел енергії (НВДЕ), яка повинна охоплювати економічні, екологічні, соціальні та інші зв'язки;

- відсутність механізму економічного стимулювання впровадження НВДЕ;
- відсутність коштів на рівні малих підприємств, фірм, приватних осіб;
- відсутність виробничих структур на галузевому та регіональному рівнях;
- невиконання регіональних і державних програм за окремими напрямками нетрадиційних джерел енергії: мала гідроенергетика, вітроенергетика та ін.;
- відсутність пільгових інвестиційних умов для нетрадиційних джерел енергії.

Для просування відновлювальної енергетики особливо важливі звільнення підприємств від оподаткування або компенсація витрат, пов'язаних з оподаткуванням доходів від реалізації НВДЕ. Податки на невідновлювальні ресурси і на забруднення (включаючи ядерні відходи) могли б допомогти пов'язати причини і наслідки повільного впровадження НВДЕ.

У зв'язку з цим зумовлена розробка методики оцінки вигідності нетрадиційних джерел, яка повинна охоплювати не тільки всі витрати на проектні, будівельно-монтажні роботи, вартість обладнання, а також економічний еквівалент екологічних переваг і впливу на довкілля, покращення самоенергозабезпечення регіонів, зменшення собівартості продукції та інші соціально-економічні аспекти. За такого підходу прийнята багатопараметрична функція доцільності F_{dc} як алгебраїчна різниця між функцією всіх витрат F_{vt} і функцією виграшу F_{vg} від впровадження відновлювальних джерел.

Методологією розробки прийнято системний аналіз економічної та екологічної оцінки, який охоплює наступні підсистеми:

1. *Підсистема витрат* розглядає групу витрат на виготовлення проекту, вартість будівельно-монтажних робіт, вартість обладнання, експлуатаційні витрати, вартість геодезичних та геологічних робіт, витрати на прородоохоронні та захисні заходи, а також вартість залишкових збитків.

2. *Екологічна підсистема* повинна включати: фізико-географічну і кліматичну характеристику району, майданчика розміщення НВДЕ; характеристику об'єкта і господарської діяльності в зоні їх впливу; характеристику навколишнього природного середовища і оцінку впливу НВДЕ на нього з виділенням його компонентів: геологічне середовище, повітряне середовище, мікроклімат, водяне середовище, ґрунт, рослинний і тваринний світ; характеристику навколишнього соціального середовища та оцінку впливу НВДЕ на нього; оцінку впливу НВДЕ на навколишнє середовище, в тому числі при їх виготовленні та захороненні; характеристику залишкових впливів.

3. *Підсистема виграшу* повинна охоплювати і виграш від їх впровадження, зокрема: зменшення шкідливих викидів у довкілля та його економічні наслідки; зменшення встановленої потужності основних (традиційних) джерел енергії; зменшення втрат електроенергії при її передачі за рахунок скорочення шляхів її транспортування і покращення якості та надійності електропостачання; соціально-економічні вигоди: створення робочих місць в регіонах, зменшення витрат на інфраструктуру енергетичних об'єктів, здешевлення вартості продукції власників НВДЕ.

Згідно з прийнятою структурою і теоретичними основами функцію доцільності місця розташування і потужності відновлювального джерела енергії можна визначити за наступним виразом :

$$\Phi(\partial оц) = \Phi(вг) - \Phi(вт), \quad (14)$$

де $\Phi\partial оц$ – функція доцільності; $\Phiвт$ – функція витрат на НВДЕ; $\Phiвг$ – функція виграшу.

Функцію витрат на підставі теоретичних положень можна звести до вигляду:

$$\Phi(z) = 3np + \sum_{i=1}^u 3об_i + 3ек + \sum_{j=1}^m 3бм_j + \sum_{k=1}^e 3дк + \sum_{l=1}^d Bкнcl, \quad (15)$$

де $\Phiвт$ – функція сумарних витрат, приведених до одного року; $3np$ – вартість проєктних робіт; $3об_i$ – вартість i -го обладнання; $3ек$ – експлуатаційні витрати; $3бм_j$ – вартість j -тих будівельно-монтажних робіт; $3дк$ – вартість k -тих витрат на компенсацію довкілля.

Одержано функцію виграшу згідно зі структурою техніко-екологічної оцінки НВДЕ, яка має вигляд:

$$\Phi(в) = \sum_{i=0}^n Bнci + B\Delta E + Bca + B\Delta k + Bинф + Bзм, \quad (16)$$

де $\Phiвг$ – оцінка сумарного виграшу; $Bнc_i$ – виграш за рахунок зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище;

$$\sum_{i=1}^n Bнci = Bфл + Bфн + Bоз + Bпз, \quad (17)$$

де $Bфл$ – виграш за рахунок покращення стану флори; $Bфн$ – виграш за рахунок покращення стану фауни; $Bоз$ – виграш за рахунок покращення здоров'я населення; $Bпз$ – виграш за рахунок покращення працездатності людей; $Bинф$ – виграш за рахунок зменшення витрат на створення інфраструктури централізованих джерел енергії; Bca – виграш від покращення соціальних аспектів: зменшення кількості вимкнень електроенергії, створення робочих місць в регіонах тощо; $Bзм$ – зменшення вартості зменшення земельних відводів для золо- і шлаковідвалів, а також для ліній електропередавання.

Зменшення шкідливих викидів в атмосферу при введені в дію НВДЕ можна визначити з виразу:

$$\Delta X = \sum_{i=1}^n \Delta X_{ni} \cdot E_{нвде}, \quad (18)$$

де ΔX_{ni} – питомі викиди в атмосферу при роботі ТЕС, ТЕЦ, котельні, тобто кількість викидів при генерування 1 кВт·год; $E_{нвде}$ – кількість енергії, виробленої НВДЕ за 1 рік.

Виграш за рахунок зменшення негативного впливу викидів на флору подаємо у вигляді:

$$B_{\phi a} = \Delta X \cdot P_{\phi l} \cdot E_{\phi l} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (3_{\text{лкі}} + 3_{\text{вдj}} + 3_{\text{зшк}}), \quad (19)$$

де $3_{\text{лкі}}$ – питома вартість витрат на компенсацію лікування населення від негативно-го впливу шкідливих викидів на флору району, регіону; $3_{\text{вдj}}$ – питомі витрати на відновлення пошкодження флори; $3_{\text{зшк}}$ – питома вартість залишкових (невідновлюваних) збитків; $P_{\phi l}$ – площа району, регіону; $E_{\phi l}$ – нормуючий коефіцієнт функції.

Виграш від покращення здоров'я населення є складною залежністю від ΔX , зумовленою можливими різними захворюваннями від впливу навколишнього середовища. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) причини захворюваності населення розподіляються в наступній послідовності:

- спосіб життя – 51,2%;
- спадковість – 20,4%;
- якість медичного обслуговування – 8,5%;
- вплив навколишнього середовища – 19,9%.

Крім того, захворюваність залежить від вікових співвідношень населення, географічного розміщення району, області, регіону. Враховуючи вищенаведене, виграш за рахунок покращення здоров'я пропонується розглянути як суму двох складових:

$B'oz$ – виграш покращення здоров'я працюючих людей;

$B''oz$ – виграш покращення здоров'я дітей та непрацюючих людей.

$$B_{oz} = B'oz + B''oz.$$

Економічний еквівалент покращення здоров'я працюючих людей запропоновано визначати за виразом:

$$B'oz = \sum_{i=1}^n a_{oc} \cdot N'xv \cdot Kp_i \cdot (3_{cm} + 3_{am}) + \sum_{j=1}^m Knp_j \cdot N_j + b'_{cm} \cdot \Delta C_m, \quad (20)$$

де $a_{oc}=19,9\%$ – коефіцієнт впливу навколишнього середовища на загальну захворюваність; $N'xv$ – зменшення загальної кількості днів хвороби; i – види захворювань; n – кількість видів хворіб; Kp_i – коефіцієнт, який враховує кількість кожного захворювання в загальній кількості всіх захворювань; 3_{cm} – вартість 1-го дня лікування на стаціонарі; 3_{am} – вартість 1-го дня амбулаторного лікування; Knp_j – ододенна вартість втрати працездатності на виробництві; j – характерні види виробництва; m – кількість характерних видів виробництва; N_j – зменшення кількості днів непрацездатності; ΔC_m – зменшення смертності за рахунок зменшення шкідливих викидів в оточуюче середовище; b'_{cm} – коефіцієнт, який враховує цінність людського життя.

Виграш покращення здоров'я дітей і непрацюючих визначається за виразом:

$$B''oz = \sum_{i=1}^n a_{oc} \cdot Nxv_i \cdot Kp \cdot (3_{cm} + 3_{am}) + \beta_{cm} \cdot \Delta C_m, \quad (21)$$

де Nxv_i – зменшення кількості днів хвороби дітей; 3_{cm} , 3_{am} – вартість 1-го дня стаціонарного і амбулаторного лікування дітей.

Вартість покращення працездатності людей у загальному вигляді може бути виражена як:

$$B_{nz} = \sum_{k=1}^e K_{nz} \cdot \bar{M} \cdot m_k, \quad (22)$$

де \bar{M} – середньорічна кількість працюючих у галузі в даному регіоні; m_k – середньорічна вартість працюючого в галузі; K_{nz} – коефіцієнт підвищення працездатності за рахунок зменшення шкідливих викидів в атмосферу; k – кількість працюючих в галузі; e – кількість працюючих галузі.

Четвертий розділ “Розробка теоретичних основ оцінки прогнозування надійності СЕП з відновлювальними джерелами живлення”. Одним із напрямків зменшення техногенного навантаження енергетики на довкілля, покращення екологічної безпеки є підвищення надійності функціонування систем електропостачання. Автором з’ясовано, що в умовах динамічності середовища функціонування, рецесії регіональної екополітики, стагнації у сфері енергетики особливого значення набуває оцінка надійності елементів енергосистеми та пошук можливих шляхів підвищення надійності під час експлуатації. Важливим способом підвищення надійності систем електропостачання є резервування, тобто введення надлишкової кількості елементів. При активному резервуванні усунення відмови супроводжується перемиканням в системі, зміною конфігурації схеми, а при пасивному - надлишкові резервні елементи самостійно починають виконувати функції аварійних.

Для оцінки надійності методом простору станів автором запропоновано спочатку описати систему за допомогою її станів і можливими переходами між цими станами. Стан системи визначається станом кожного елемента системи: елемент або працездатний, або відмовив, або ремонтується, або знаходиться в якомусь іншому стані. Всі можливі стани, в яких може перебувати система, утворюють простір станів. Основною перевагою цього методу є можливість використання математичного опису переходу з одного стану до іншого моделі Маркова. Дисертантом показано, що математичний опис процесів виникнення відмов з врахуванням відновлення працездатності елементів дозволяє провести аналітичний розрахунок системи на основі ймовірнісних моделей та визначити кількісні показники надійності. Потік відмов і потік відновлення працездатності вважається ординарним, тобто ймовірність виникнення одночасно двох і більше відмов нескінченно мала, та стаціонарним, тобто його ймовірнісний режим не змінюється в часі.

Для оцінки надійності систем електропостачання (СЕП) з відновлювальними джерелами живлення вибрана схема двох відмов. Система з двох взаєморезервуваних елементів може перебувати в одному з чотирьох можливих станів:

- 1 – система працездатна (працюють обидва елементи);
- 2 – система працездатна, але відмовив перший елемент;
- 3 – система працездатна, але відмовив другий елемент;
- 4 – система непрацездатна (обидва елементи відмовили).

Цими елементами приймемо генератори теплової станції і генератори відповідного джерела живлення. Відповідні ймовірності станів цих елементів приймемо $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$, $P_4(t)$, при цьому λ – інтенсивність відмов, μ – інтенсивність відновлення працездатності. Розроблено граф переходів цієї схеми, який має вид, зображений на рис. 8. Система диференціальних рівнянь, яка описує ймовірності станів в часі, має наступний вигляд:

$$\frac{\partial P_1}{\partial t} = -(\lambda_1 + \lambda_2)P_1(t) + \mu_1 P_2(t) + \mu_2 P_3(t); \quad (23)$$

$$\frac{\partial P_2}{\partial t} = -(\lambda_2 + \mu_1)P_2(t) + \lambda_1 P_1(t) + \mu_2 P_4(t);$$

$$\frac{\partial P_3}{\partial t} = -(\lambda_1 + \mu_2)P_3(t) + \lambda_2 P_1(t) + \mu_1 P_4(t);$$

$$\frac{\partial P_4}{\partial t} = -(\mu_1 + \mu_2)P_4(t) + \lambda_1 P_3(t) + \lambda_2 P_2(t).$$

Розв'язок рівняння записується:

$$P_k(t) = \sum_{k=1}^N a_k^{(i)} e^{-\rho_k t}, \quad (24)$$

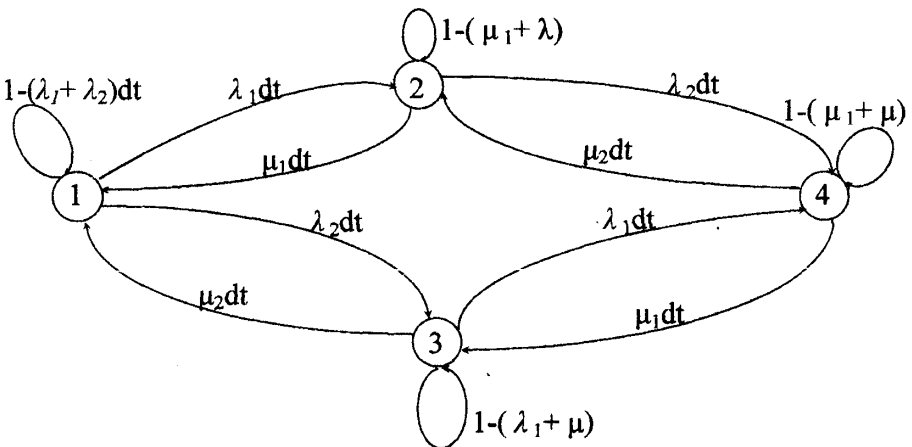
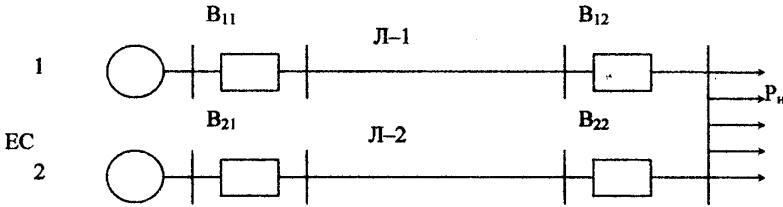


Рис. 8. Граф переходів схеми

Розглянуто також оцінку надійності системи, яка містить відновлювальне джерело живлення (рис. 9).

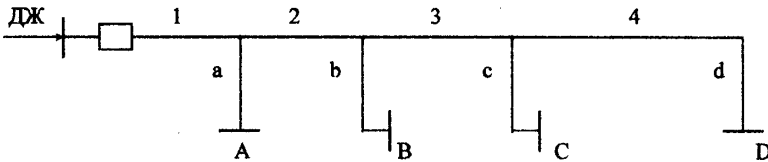


1 – вітрова електрична станція (вітрогенератори номінальною потужністю $P_{\text{ном}}=200$ кВт);
2 – районна підстанція електроенергетичної системи.

Рис. 9. Система електропостачання з двома джерелами живлення

Кожне коло цієї мережі може передавати всю необхідну потужність. Визначені з використанням марківських моделей надійності показники надійності СЕП: параметр потоку відмов системи становить $\lambda = 1,67 \cdot 10^{-3}$, середній час безвідмовної роботи 63,1 рік, середній час відновлення працездатності системи 23,71 год.

Для визначення показників надійності СЕП при вимкненні основного джерела живлення розглянуто систему (рис. 10), в якій є нетрадиційне відновлювальне джерело живлення. Визначені показники надійності такого варіанта СЕП наведені в табл. 1. Аналіз результатів показав, що параметр потоку вимкнень навантаження не зміниться, але їх тривалість зменшиться. Максимальний ефект проявляється для вузлів, найбільш віддалених від основного джерела живлення, тобто найбільш близьких до альтернативного джерела живлення.



ДЖ- джерело живлення;
А,В,С,Д – пункти споживання енергії;
1,2,3,4 – магістралі електропостачання;
а,б,с,д – відгалуження магістралей.

Рис. 10. Схема мережі з переведенням живлення на резервне джерело

Проте умови, за яких немає обмежень на переведення навантаження на резервне джерело, не можуть бути виконані. Якщо потужність резервного джерела живлення обмежена, то в період максимуму навантаження не можна здійснювати перемикавання навантаження на резервне джерело.

У вищенаведеній ситуації тривалість перерви у електропостачанні визначається часом оперативних перемикань, якщо переведення всього навантаження на альтернативне джерело неможливе. На рис.11 показана зміна показників надійності при варіації ймовірності допустимості переведення навантаження від 0 до 1.

Показники надійності вузлів навантаження з резервним джерелом живлення

| Відмова елемента | Вузол А | | | Вузол В | | | Вузол С | | | Вузол D | | |
|------------------|--------------------------|----------|----------------------|--------------------------|----------|----------------------|--------------------------|----------|----------------------|--------------------------|----------|----------------------|
| | $\lambda, \frac{1}{рік}$ | $г, год$ | $U, \frac{год}{рік}$ | $\lambda, \frac{1}{рік}$ | $г, год$ | $U, \frac{год}{рік}$ | $\lambda, \frac{1}{рік}$ | $г, год$ | $U, \frac{год}{рік}$ | $\lambda, \frac{1}{рік}$ | $г, год$ | $U, \frac{год}{рік}$ |
| Ділянка | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,2 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 |
| 2 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 0,0 |
| 3 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 5 | 1,5 | 0,3 | 0,5 | 0,1 |
| 4 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 5 | 1 |
| Лінія | | | | | | | | | | | | |
| a | 0,4 | 2 | 0,8 | | | | | | | | | |
| b | | | | 0,2 | 2 | 0,4 | | | | | | |
| c | | | | | | | 0,2 | 2 | 0,4 | | | |
| d | | | | | | | | | | 0,6 | 2 | 1,2 |
| Всього | 1,2 | 1,75 | 2,1 | 1,0 | 1,25 | 1,25 | 1,0 | 2,15 | 2,15 | 1,4 | 1,78 | 2,5 |

Аналіз результатів досліджень показав, що при увімкненні резервного (відновлювального) джерела значення додаткових показників надійності зменшуються, що свідчить про підвищення надійності системи електропостачання. Зокрема, на 1,08 зменшується кількість перерв електропостачання на одного споживача за рік; на 4,9 год зменшується перерва на одного споживача за рік; на 47990 кВт·год/рік зменшується недовідпуск електроенергії. Запропонована методика дозволяє визначити показники надійності вузлів навантаження системи електропостачання при вимкненні основного і увімкненні резервного джерела живлення.

Програма оцінки надійності системи складної конфігурації побудована на наступному алгоритмі: на початку визначаються всі максимально незалежні шляхи від джерела живлення до вузла навантаження, який розглядається. Далі, якщо всі шляхи перетинаються в одному перерізі, то даний переріз помічається як одноелементний, а якщо всі шляхи перетинаються у двох елементах, то даний переріз помічається як двоелементний. Перерізами вищих порядків нехтуємо, оскільки одночасна відмова двох незалежних елементів є малоімовірною подією.

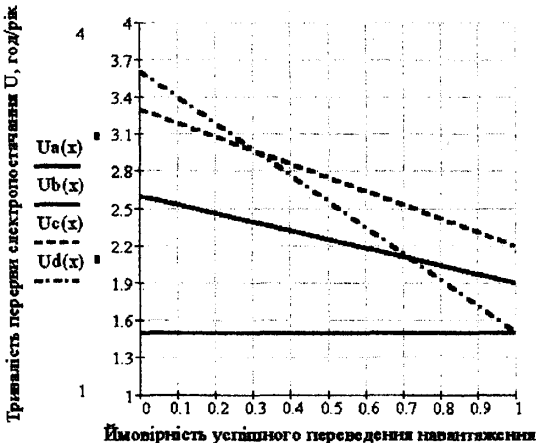


Рис. 11. Вплив ймовірності успішного переведення навантаження на тривалість перерв у електропостачанні

Вихідними даними розробленої програми є результати робо-

ти стандартної програми Finder (одно - та двоелементні перерізи схеми), а також параметри потоку відмов елементів на рік і параметри потоку планових вимкнень, середній час відновлення та планових вимкнень, довжина лінії електропередавання.

Результатом роботи програм Finder і Nad є розрахунок: параметрів потоку відмов системи, середнього часу безвідмовної роботи, середньої ймовірності відмови, середнього часу відновлення та розрахункового часу безвідмовної роботи.

Виконані дослідження й аналіз надійності СЕП з відновлювальними джерелами живлення вказують на те, що в результаті використання цих джерел разом із зменшенням техногенного навантаження на довкілля покращуються одиничні та комплексні показники надійності системи в цілому.

У *п'ятому розділі* “Розробка основ матричних моделей моніторингу техногенного навантаження управління енергетикою” на підставі проведених досліджень запропоновано методика створення матричних моделей еколого-економічного моніторингу на основних стадіях електроенергетичної ієрархії: генерації, передавання, розподілу і споживання електроенергії. Основною метою розробки математичних моделей є забезпечення єдиної системи класифікації і кодування техніко-економічної та екологічної інформації, а також управління раціональним енергозабезпеченням і оптимальним техногенним навантаженням енергетичних об'єктів на довкілля. Дисертантом показано, що створення моделей еколого-економічного моніторингу є складним технічним і економічним процесом, який вимагає науково обгрунтованих вирішень. Тому при розробці математичних матричних моделей запропоновано використати наступні основні принципи:

- комплексний системний підхід до створення моделі, яка повинна охоплювати всі рівні енергетичної ієрархії. Суть підходу полягає в комплексному аналізі як окремих об'єктів (генеруючі станції, розподільні мережі, підстанції, локальні джерела енергії, споживачі електроенергії), так і системи в цілому. При цьому передбачається багаторівнева система цілей і критеріїв, визначених завданнями на кожному ступені структури енергетики;

- створення нової інформаційної технології. Просторова розподіленість об'єктів енергетики на великих площах і віддалей між ними, необхідність отримання повної і достовірної інформації про економічні та екологічні параметри кожного елемента системи в будь-який момент часу, в тому числі для централізованих джерел енергії, обумовили доцільність створення матричних моделей енергетики. Кожен об'єкт енергетичної системи являє собою комірку матриці, в якій передбачається закодовані текстові бази даних статистичної інформації про даний об'єкт, а також вся динамічна інформація про стан і режимні параметри його функціонування;

- декомпозиція – розчленування системи на окремі блоки, елементи або функціональні підсистеми прийнята як один з головних методологічних принципів розробки матричних моделей енергетики. Виділення вищеназваних блоків, елементів із загальної системи здійснюється таким чином, щоб окремі підсистеми або блоки володіли певною цілісністю, їх функціонування впливало на поведінку всієї системи, зберігались основні шляхи прямого і зворотного зв'язку з іншими блоками і підсистемами;

- створення матричних моделей енергетики здійснюється на основі принципу поєднання галузевих і регіональних (територіальних) інтересів.

Кожен енергетичний об'єкт являє собою, з одного боку частину галузі, основними завданнями якої є енергозабезпечення та підтримання в допустимих нормах показників її якості, в першу чергу частоти, напруги та ін. З іншого боку, енергетичні системи входять у виробничо-територіальні комплекси (район, регіон). Управління і моніторинг систем повинні забезпечувати поєднання економічних і екологічних інтересів галузі та регіонів.

В основі побудови матричної моделі (ММ) еколого-економічного моніторингу використано двовимірний граф (рис. 12), який містить наступні елементи:

– горизонтальний ряд номерів адміністративних районів, міст, підприємств, цехів та інших підрозділів, в яких розміщені джерела енергії, розподільчі пункти і споживачі електричної енергії;

– вертикальний ряд номерів (Д1, Д2, Д4), які є носіями даних залежно від номінальних напруг енергетичних об'єктів, їх встановлених потужностей і місця розміщення в регіоні, області, районі, підприємстві;

– мережу направлених зв'язків (лінії електропередавання) між джерелами електроенергії, розподільчими пунктами і електроприймачами промислових та інших електроспоживачів.

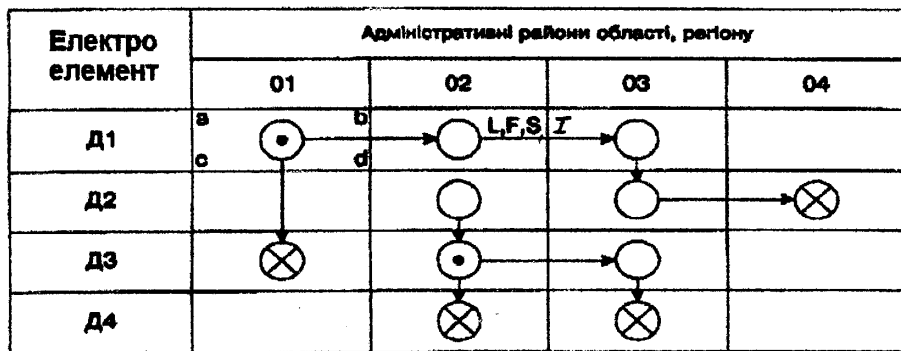


Рис. 12. Граф матричної моделі

На рис.12 прийняті наступні позначення елементів ММ: Д – джерела електричної енергії: електричні станції (ЕС), теплоелектроцентралі (ТЕЦ); О – пункти розподілу електроенергії: районні і головні знижувальні підстанції, розподільчі пункти; → – лінії електропередавання; ⊗ – споживачі електроенергії.

Кожен елемент ММ описується формальними параметрами: а – встановлена потужність ЕС, ТЕЦ, підстанцій; b – кількість працюючих генераторів; с – питомі витрати палива; d – показник техногенного навантаження на довкілля або екологічної ефективності; L – довжина лінії; F – поперечний переріз проводів лінії; S – ширина охоронної зони ліній електропередавання; I – струм ліній електропередавання.

Ієрархія ММ, для будь-якого регіону, узагальнена модель якої наведена на рис. 13, може мати кілька вкладень. Елементи верхнього рівня моделі охоплюють

генеруючі станції, лінії електропередавання, районні та головні трансформаторні підстанції. Елементи другого рівня охоплюють енергетичні об'єкти району, міста. Третій рівень охоплює розподільчі електричні мережі, трансформаторні підстанції і, за наявності, ТЕЦ промислових підприємств. Елементи нижнього рівня надають стаціонарні та квазістаціонарні дані приймачів електроенергії: електродвигунів, зварювальних агрегатів, електролітичних та освітлювальних установок тощо.

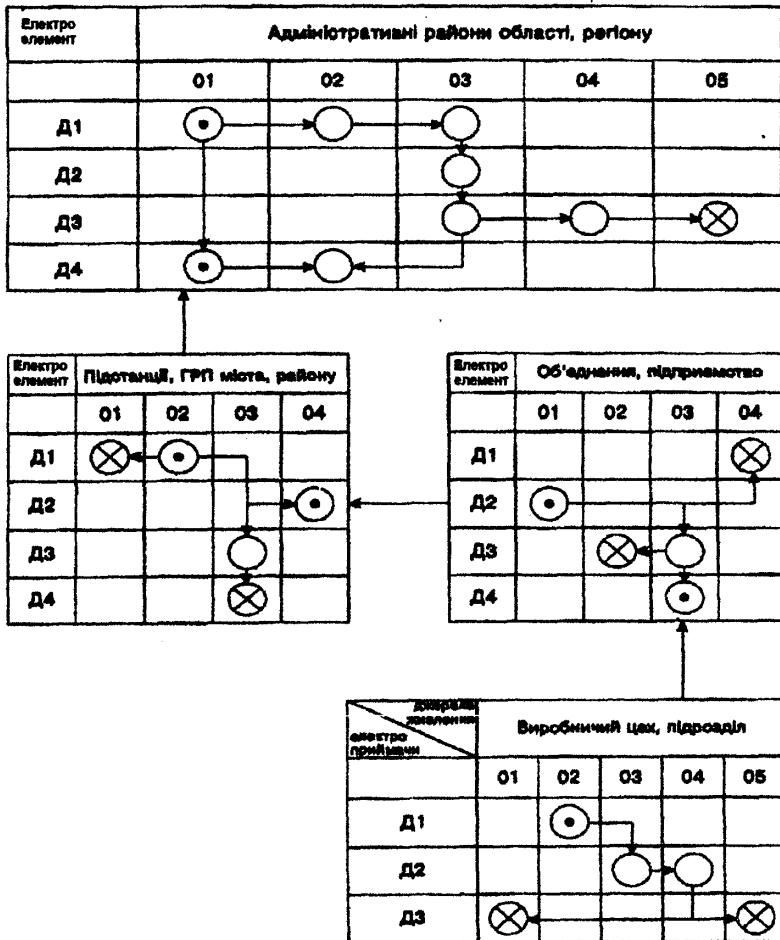


Рис. 13. Вкладання матричної моделі

ММ є базою для побудови всього сімейства інформаційних моделей складних ДІ. Кожний елемент (атрибут) ММ описується наступними формальними параметрами :

$I(N, M)$ – обсяг системних даних;

$T_i(N, M)$ – час початку виконання системних операцій;

$\tau(N, M)$ – тривалість системної операції;

$P(N, M)$ – тип системної операції;

$C(N, M)$ – тип каналу зв'язку.

На підставі запропонованої методики розроблена ММ енергетичних систем різних рівнів: Івано–Франківської області, м. Калуша, ВАТ „Оріана” і одного з його цехів заводу. Розроблені дисертантом рівняння регресії залежності викидів від виробленої енергії запропоновано використовувати при розробці планів збалансованого природокористування. Також удосконалена методика і аналітична модель оцінки екологічного ефекту енергозбереження і впровадження нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. Одним із завдань моніторингу є економічна оцінка соціально-екологічної ефективності енергоощадних технологій, впровадження НВДЕ.

Соціально-екологічний ефект охоплює: зниження техногенного навантаження енергетики на довкілля за рахунок зменшення викидів теплових електростанцій, зменшення теплового забруднення та необхідної площі землі для золо- та шлаковідводів, ресурсозбереження і покращення енергозабезпечення.

Сумарне зменшення викидів в атмосферу за рік за рахунок використання НВДЕ, впровадження енергозберігаючих технологій можна визначити за виразом:

$$Вик_{\Sigma} = \frac{(P^{НВДЕ} + \Delta P_{зм}) \cdot t_p}{P^{НВДЕ} + P^{BC}} \cdot \sum_{i=1}^n (B_{от}^{ABC} \cdot P_{ABC} + B_{от}^{TBC} \cdot P_{TBC}), \quad (25)$$

де $P^{НВДЕ}$ – встановлена потужність нетрадиційного джерела енергії; t_p – час роботи НВДЕ за рік, год; $B_{от}^{ABC}$, $B_{от}^{TBC}$ – питомі викиди i -го типу на 1 кВт·год виробленої електроенергії на АЕС і ТЕС відповідно, кг/(кВт·год); n – число типів шкідливих викидів; $\Delta P_{зм}$ – зменшення споживання активної потужності за рахунок вдосконалення технологічних процесів виробництва, ресурсозбереження та інших заходів.

Зменшення теплового навантаження на довкілля за рахунок виробництва електроенергії НВДЕ запропоновано визначати як:

$$T_{\Sigma} = \frac{(P^{НВДЕ} + \Delta P_{зм}) \cdot t_p}{P^{НВДЕ} + P^{BC}} \cdot (T_o^{ABC} \cdot P_{ABC} + T_o^{TBC} \cdot P_{TBC}), \quad (26)$$

де T_o^{ABC} , T_o^{TBC} – питомі теплові викиди на 1 кВт·год виробленої енергії, кДж/(кВт·год).

Показано, що за рахунок енергозбереження, розміщення НВДЕ в безпосередній близькості до споживачів зменшуються втрати електроенергії в електричних мережах на величину:

$$\Delta W = \frac{(S_{НВДЕ} + \Delta S_{зм})^2}{U^2} \cdot R_E \cdot t_p, \quad (27)$$

де U – номінальна напруга мережі, кВ; R_E – еквівалентний активний опір мережі, Ом; $S_{НВДЕ}$ – повна еквівалентна потужність НВДЕ, МВ·А; $\Delta S_{зм}$ – зменшення екві-

лентної потужності за рахунок зменшення споживання енергії; t_p – час роботи НВДЕ за рік, год.

Потенційне зменшення земельних площ для улаштування золівідвалів та водосховищ:

$$Z_{\Sigma} = \frac{P^{НВДЕ}}{P_{\Sigma нав}} \left[Z_{\Sigma}^{ТЕС} \cdot P^{ТЕС} + Z_{\Sigma}^{ГЕС} \cdot P^{ГЕС} + Z_{\Sigma}^{АЕС} \cdot P^{АЕС} \right], \quad (28)$$

де $Z_{\Sigma}^{ТЕС}$, $Z_{\Sigma}^{ГЕС}$, $Z_{\Sigma}^{АЕС}$ – питоме землевідведення на 1 МВт встановленої потужності ТЕС, ГЕС, АЕС, км²/МВт; $P^{ТЕС}$, $P^{ГЕС}$, $P^{АЕС}$ – встановлена потужність ТЕС, ГЕС, АЕС, МВт.

Враховуючи капіталовкладення в НВДЕ ($K^{ВДЕ}$) та щорічні витрати на їх експлуатацію ($B^{ВДЕ}$), економічний ефект від енергозбереження, використання НВДЕ за весь період експлуатації запропоновано визначати як:

$$P_p = E \cdot \left[\sum \text{Вик}_{\Sigma i} \cdot C_{vi} + T_{\Sigma} \cdot C_T + Z_{\Sigma} \cdot C_z + \Delta W \cdot C_e^{EC} + \right. \\ \left. + P^{НВДЕ} \cdot t_p \cdot (C_e^{EC} - C_e^{НВДЕ}) - B^{НВДЕ} \right] - K^{НВДЕ}, \quad (29)$$

де $\text{Вик}_{\Sigma i}$, C_{vi} – об'єм зниження шкідливих викидів i -го типу в атмосферу та грошовий еквівалент їх негативного впливу; T_{Σ} , C_T – зменшення теплового навантаження на довкілля та їх питомий грошовий еквівалент; Z_{Σ} , C_z – площа вивільнених земель та щорічний податок на землю; ΔW , C_e^{EC} , $C_e^{ВДЕ}$ – зменшення втрат електроенергії в електроенергетичній системі (ЕС) та ціна на електроенергію в ЕС та ВДЕ; $B^{ВДЕ}$, $K^{ВДЕ}$ – щорічні витрати на експлуатацію та ремонт ВДЕ та капіталовкладення у ВДЕ; E – норма дисконту.

Запропоновану математичну модель доцільно використовувати для економіко-екологічної оцінки доцільності використання НВДЕ, а також обґрунтування їх потужностей та місця розміщення, оптимізації режимів роботи як регіональних, так і локальних енергетичних об'єктів, для покращення енергозабезпечення і зменшення техногенного навантаження на довкілля.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати, що відповідно до поставленої мети є розв'язанням наукової проблеми підвищення рівня екологічної безпеки електроенергетики. Розроблено стратегію зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище енергетичних об'єктів на різних рівнях ієрархії: генерації – розподілу – споживання ґрунтується на принципі системного підходу: покращення екологічних показників електростанцій, впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії з метою виконання організаційно-технічних заходів з ресурсозбереження.

Проведені дослідження дозволили зробити такі висновки:

1. Проведений аналіз техногенного забруднення навколишнього середовища енергетичними об'єктами показав, що основною складовою техногенного навантаження є викиди і вплив електростанцій, більша частина яких (66%) – теплові, близько 61% з них введені в експлуатацію у 1959-1969 р.

2. З метою зменшення викидів і впливу електростанцій вперше розроблено наукові основи коригування їх роботи з врахуванням якості палива, завдяки введенню додаткової складової витрат на покриття збитків від викидів у математичні моделі управління режимами роботи електростанцій.

3. На основі математичного моделювання удосконалено відомий метод “витрати - виграш” економічної оцінки впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії в частині врахування екологічного виграшу від зменшення збитків фауни, флори і здоров'ю людей.

4. Дістало подальший розвиток створення математичних моделей розрахунку надійності електропостачання, завдяки чому зменшується ймовірність аварійних вимкнень електроенергії промисловим об'єктам, побутовим споживачам і виникнення техногенних кризових ситуацій. При цьому покращуються додаткові показники надійності, які відображають значимість відмови в системі: зменшення середньої частоти перерв електропостачання в 1,96 разів; середньої тривалості перерв електропостачання в 3,6 разів.

5. На основі теоретичних положень інформаційних моделей розроблено повний метод створення матричних моделей моніторингу техногенного навантаження електроенергетики на зовнішнє середовище, який відрізняється від інших забезпеченням єдиної системи класифікації й кодування екологічної інформації на всіх стадіях енергетичної структури – генерації, розподілу і споживання електроенергії.

6. Використовуючи системний аналіз удосконалено структуру організаційно-технічних заходів з енергозбереження додатковим розділом впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії і розділом освітньо-виховної роботи з раціонального споживання ресурсів і екологізації енергетики.

7. Вперше створена концепція впровадження нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії в Карпатському регіоні, яка показує, що основними її напрямками повинні бути вітроенергетика, мала гідроенергетика, біоенергетика, геліоенергетика та інші.

8. За рекомендаціями дисертанта виконана реконструкція Снятинської ГЕС і ГЕС в с. Золота Липа, що забезпечило введення 1,2 МВт додаткових потужностей, які становлять 0,4% максимального навантаження Івано-Франківської області. Потенційне виробництво електроенергії цими електростанціями передбачається в обсязі 7 млн.кВт·год в рік, завдяки чому буде зекономлено близько 2000 т умовного палива, а також зменшено викиди в довкілля порівняно з середніми викидами Бурштинської ТЕС: золи – 47 т, сірчистого ангідриду – 112 т, оксидів азоту – 14 т, оксидів вуглецю – 3,5 т, п'ятиокисленого ванадію – 5 кг в рік.

9. Результати досліджень використані у: комплексній програмі енергозбереження Івано-Франківської області (1999 р.), міських програмах (акт від 25.09.2012), цільовій програмі “Енергозбереження та енергоефективність м. Івано-Франківська на 2010-2013 рр.”, муніципальному енергетичному плані м. Івано-Франківська до 2011-2016 рр., плані сталого енергетичного розвитку м. Івано-Франківська на 2012 р., стратегічному плані підвищення конкурентоспроможності та економічного розвитку м. Івано-Франківська на 2011-2015 рік. Також використані у впровадженні методики покращення техніко-економічної та екологічної ефективності електроенергетичних систем (Укренерго, акт від 30.11.2012 р.).

10. Матеріали дисертації використовуються у навчальному процесі в курсі „Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії і основи енергозбереження” для студентів спеціальностей „Електротехніка та електротехнології” (6.050701) і “Екологія та охорона навколишнього середовища ” (6.04010601) в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу, а також для спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища” у Галицькій академії (м. Івано-Франківськ).

ПЕРЕЛІК ОПУБЛКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Адаменко О. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії / О. Адаменко, В. Височанський, В. Льотко, М. Михайлів: Монографія. – Івано-Франківськ. – 2001. – 430 с. *Дисертанту належить розділ про відновлювальні джерела енергії.*

Патенти

2. Патент 1786872 СССР. Пристрій для видалення відкладів солей у трубах свердловин / Михайлів М.І.; Заявник Івано-Франківський інститут нафти і газу; заявка №4282707; зареєстровано 23.07.1987. *Дисертанту належить ідея та принципова схема винаходу.*

Статті у наукових фахових виданнях

3. Михайлів М.І. Математична модель і алгоритм техніко-економічної та екологічної оцінки нетрадиційних відновлюваних джерел енергії / М.І. Михайлів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1996. – Випуск 33. – С. 95-100.

4. Михайлів М.І. Методологічні основи економіко-екологічної оцінки енергетики в умовах невизначеності / М.І. Михайлів // Розвідка і розробка нафтогазових і газових родовищ. – 1997. – Випуск 34. – Т.6. – С. 285-290.

5. Михайлів М.І. Методологія побудови матричних моделей електроенергетики / М.І. Михайлів // Методи та прилади контролю якості. – 1998. - №2. – С.93-96.

6. Михайлів М.І. Матричні моделі еколого-економічного моніторингу енергетичних об'єктів / М.І. Михайлів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1998. – Випуск 35. – Т.6. – С. 25-28.

7. Михайлів В.І. Основи розрахунку статичних характеристик вузлів навантаження за каталожними даними обладнання / В.І. Михайлів, М.І. Михайлів // Міжнародний науково-технічний журнал. Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – №4. – С. 100-103. *Дисертант є автором ідеї ресурсозбереження завдяки управлінню статичних характеристик вузлів навантаження.*

8. Михайлів М.І. Контроль та управління енергоспоживанням в умовах екологічних та енергетичних криз / М.І. Михайлів, О.В. Соломчак // Методи та прилади контролю якості. – 1999. – №3. – С. 43-45. *Автору належить ідея і узагальнення результатів.*

9. Депутат Б.Ю. Аналіз викидів Бурштинської теплової електростанції в атмосферу / Б.Ю. Депутат, **М.І. Михайлів** // *Методи та прилади контролю якості*. – 1999. – №4. – С. 79-81. *Автору належить ідея і узагальнення результатів.*

10. Путько М.І. Соціально-екологічні аспекти спорудження гідравлічної електричної станції „Меандра” на річці Дністер / М.І. Путько, **М.І. Михайлів**, Я.О. Адаменко, А.Б. Грабчук // *Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ*. – 1999. – Випуск 36. – Т.6. – С. 162-164. *Дисертант є автором ідеї використання меандри р.Дністер для малої ГЕС.*

11. Депутат Б.Ю. Алгоритм оцінки взаємодії антропогенного навантаження енергетики і довкілля / Б.Ю. Депутат, **М.І. Михайлів** // *Міжнародний науково-технічний журнал. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. – 1999. – №2. – С. 164-165. *Дисертант є автором ідеї аналізу оцінки взаємодії антропогенного навантаження енергетики на довкілля.*

12. **Михайлів М.І.** Екологічно чисті нетрадиційні енергоресурси в Карпатах – допомога великій енергетиці / **М.І. Михайлів** // *Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ*. – 2000. – Випуск 37. – Т.9. – С. 30-36.

13. **Михайлів М.І.** Наукові дослідження енергозбереження – один із напрямків підвищення якості підготовки спеціалістів / **М.І. Михайлів** // *Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ, частина 2*. – 2000. – Випуск 37. – С. 54.

14. **Михайлів М.І.** Оцінювання показників надійності радіальної системи електропостачання з відновлюваними джерелами живлення / **М.І. Михайлів**, І.Д. Галушак, М.Й. Федорів, І.В. Гладь // *Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Електроенергетичні та електромеханічні системи*. – 2000. – № 418. – С. 120-123. *Автору належить ідея, методологія дослідження та аналіз отриманих результатів.*

15. **Михайлів М.І.** Оптимізація режимів роботи джерел електроенергії з урахуванням їх екологічного впливу / **Михайлів М.І.**, Нагул В.І., Дідіченко Є.С. // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2001. – №5. – С. 54-58. *Дисертанту належить постановка завдань, методологія та інтерпретація досліджень.*

16. Камаєва Л.І. Методологія системного аналізу техногенного навантаження енергетики на довкілля / Л.І. Камаєва, **М.І. Михайлів**, О.Г. Малько, Ю.С. Федорович // *Науковий вісник Івано-Франківського національного університету нафти і газу*. – 2002. – №2(3). – С. 163-167. *Дисертант є автором ідеї та узагальненням взаємозв'язків електроенергетичної структури.*

17. **Михайлів М.І.** Стан і перспективи розвитку енергетики Карпатського регіону / **Михайлів М.І.**, В.А. Ожоган, М.Й. Федорів, І.Д. Галушак // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля*. – 2002. – №1(47). – С. 268-270. *Автору належить ідея і узагальнення результатів.*

18. **Михайлів М.І.** Структура громадської комісії освітньо-виховної роботи з раціонального споживання ресурсів та екологізації енергетики / **М.І. Михайлів**, І.М. Михайлів, О.А. Шаповал // *Наукові вісті інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”*. – 2007. – №2(12). – С. 131-124. *Автору належить ідея інтерпретації результатів дослідження.*

19. Лижичка Б.М. Моделювання екологічних процесів / Б.М. Лижичка, **М.І. Михайлів**, О.І. Побігун // *Наукові вісті інституту менеджменту та економіки “Галицька*

академія”.– 2008. – №1(13). – С. 131-124. *Дисертанту належить ідея моделювання впливу діяльності людини на навколишнє середовище.*

20. Михайлів М.І. Основні положення влаштування дахових вітроенергетичних установок / М.І. Михайлів, Т.М. Базюк, І.М. Михайлів // Нафтогазова енергетика. – 2010. – №1(12). – С. 163-167. *Дисертант є автором ідеї удосконалення дахових вітроелектростанцій.*

21. Михайлів М.І. Створення локальних джерел електроенергії на базі паливних комірок / М.І. Михайлів, П.В. Савуляк // Нафтогазова енергетика. – 2012. – №1(16).– С. 183-187. *Автору належить ідея і узагальнення результатів.*

22. Михайлів М.І. Енергозбереження – один із реальних напрямків екологізації енергетики / М.І. Михайлів // Проблеми тертя та зношування. – 2012. – №9(58).– С. 169-173.

Тези доповідей на конференціях

23. Михайлів М.І. Вітроенергетичний потенціал Українських Карпат / М.І. Михайлів, Я.О. Адаменко, В.В. Довгополий, Г.І. Довгопола // 36. статей Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і шляхи енергозабезпечення України». – Івано-Франківськ. – 1995. – Ч.5. – С.64–67. *Автору належить ідея та аналіз досліджень.*

24. Михайлів М.І. Основні напрямки і проблеми впровадження нетрадиційних джерел енергії в Карпатському регіоні / М.І. Михайлів // Міжрегіональний науково-практичний семінар по обміну досвідом «Інформаційні і енергозберігаючі технології для трубопровідних систем енергетики». – Івано-Франківськ. – 1996. – С.65-66. *Дисертанту належить ідея досліджень.*

25. Михайлів М.І. Проблема підвищення екологічної та економічної ефективності систем електропостачання з поновлюваними джерелами енергії / М.І. Михайлів, М.Й. Федорів, І.В. Гладь: Матеріали 1-ї науково-практичної конференції «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії в регіоні». – Львів. – 2001. – С.299–300. *Дисертанту належить ідея досліджень.*

26. Михайлів М.І. Деякі аспекти деконцентрації енергетичних потужностей України / М.І. Михайлів, А.Я. Красій: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційна діяльність в системі державного регулювання». – Івано-Франківськ. – 1999. – Ч.2. – С.29–31. *Дисертант є автором ідеї та інтерпретація досліджень.*

27. Михайлів М.І. Оптимізація електроспоживання з урахуванням статичних характеристик навантаження / М.І. Михайлів, В.І. Михайлів: Тези доповідей 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Математичне моделювання в електротехніці й електроенергетиці». – Львів. – 1995. – С.248–249. *Автору належить ідея та методологія досліджень.*

28. Михайлів М.І. Газогенераторна установка як нетрадиційне джерело електроенергії / М.І. Михайлів, М.І. Страшків: Тези науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу.– Івано-Франківськ. – 1997. – Ч.2. – С.179. *Автору належить ідея та інтерпретація результатів дослідження.*

29. Михайлів М. Проблеми використання альтернативних палив та інших нетрадиційних джерел енергії в Європі і в Україні / М. Михайлів, О. Адаменко, В. Висо-

чанський, В. Льотко: Матеріали 1-шої Міжнародної науково–практичної конференції «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні». – Львів: ЛЬЦНТЕІ. – 2001. – С. 6–10. *Автору належить ідея та інтерпретація результатів дослідження.*

30. Михайлів М.І. Удосконалення математичної моделі еколого–економічної оцінки ефективності відновлювальних джерел енергії та створення обчислювального алгоритму / М.І. Михайлів, О.В. Соломчак: матеріали 1-шої Міжнародної науково–практичної конференції «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні». – Львів: ЛЬЦНТЕІ. – 2001. – С. 64–66. *Автору належить постановка задачі та методологія досліджень.*

31. Михайлів М.І. Аналіз використання некондиційних газових родовищ для децентралізованого електропостачання / М.І. Михайлів, О.М. Адаменко, М.В. Дорундук: 36. наук. статей 3-ї Міжнародної науково–практичної конференції «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні». – Львів. – 2005. – С. 215–217. *Автору належить ідея та інтерпретація результатів дослідження.*

32. Михайлів М.І. Рідкі альтернативні палива – реальний напрям екологізації енергетики / М.І. Михайлів // Анотації. Міжнародна науково-технічна конференція “Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці”. – м.Івано-Франківськ: Факел. – 2007. – С. 203.

33. Михайлів М.І. Використання енергії річок Івано-Франківської області / М.І. Михайлів: Тези виступів. Міжнародної конференції “Впровадження енергоефективних технологій та інновацій через залучення інвестицій”. – Івано-Франківськ: Факел. – 2008. – С. 56-57.

Додаткові публікації

34. Михайлів М.І. Біогаз допоможе подолати енергетичну кризу / М.І. Михайлів, О.М. Адаменко // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Збірка наук. праць. – 1996. – С. 75–76. *Автору належить ідея та аналіз досліджень.*

35. Михайлів М.І. Про спорудження гідравлічної електростанції «Меандра» на р.Дністер / М.І. Михайлів, М.І. Путько // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Збірка наук. праць. – 1996. – С. 58–59. *Автору належить ідея досліджень.*

36. Михайлів М.І. Вітроенергетичні ресурси Карпатського регіону / М. Михайлів, Я. Адаменко, Я. Довгополий // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Збірка наук. праць. – 1996. – С. 23–27. *Дисертант є автором ідеї та інтерпретація досліджень.*

37. Михайлів М.І. Проблеми енергозабезпечення Карпатського регіону та шляхи вдосконалення підготовки спеціалістів / М.І. Михайлів, Є.І. Крижанівський, О.М. Адаменко // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Збірка наук. праць. – 1996. – С. 5–9. *Дисертант є автором ідеї та аналізу статистичних даних.*

38. Михайлів М.І. Проблеми і напрямки підвищення економічної і екологічної ефективності енергетики / М.І. Михайлів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1997. – № 234. – Т.6. – С.294–298.

39. Михайлів М.І. Методологія системного аналізу техногенного навантаження енергетики на довкілля / М.І. Михайлів, О.Г. Малько, Ю.С. Федорович // Вимірю-

вальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць. – 1999. – №3. – С. 102–108. *Автору належить ідея та аналіз досліджень.*

40. Карпаш О.М. Енергоменеджмент та енергоефективність / О.М. Карпаш, В.С. Костишин, М.Й. Федорів, М.І. Михайлів та ін.: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ. – 2008. – 450 с. *Дисертант є автором посібника щодо використання відновлювальних джерел енергії.*

АНОТАЦІЯ

Михайлів М.І. Підвищення екологічної безпеки електроенергетики Карпатського регіону з використанням нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2012.

У дисертаційній роботі проведено аналіз техногенного навантаження електроенергетичних об'єктів на навколишнє середовище, на основі якого вирішено актуальне науково-практичне завдання – розробка і розвиток науково-прикладних основ зменшення техногенного навантаження електроенергетики на різних рівнях електроенергетичної ієрархії. В дисертації розроблено методологічні основи корегування завантаження роботи електростанцій з врахуванням об'ємів викидів в навколишнє середовище. Обґрунтовано подальший розвиток стратегічного зменшення забруднення навколишнього середовища у Карпатському регіоні завдяки ресурсозбереженню і впровадженню нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. Доопрацьовано теоретичні основи структурних математичних моделей розрахунку покращення надійності електропостачання з використанням локальних відновлювальних джерел енергії. Розроблено методологію створення матричних моделей моніторингу техногенного навантаження енергетики на навколишнє середовище.

За допомогою показника екологічної ефективності, який враховує всі взаємозв'язки енергооб'єктів з довкіллям, запропоновано встановлювати зміну рівня екобезпеки за рахунок зменшення техногенних забруднень. Вдосконалено метод “вираши-витраи” на основі математичних моделей економічної оцінки впровадження нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, що на відміну від існуючого дає змогу враховувати виграш від зменшення збитків фауни, флори і здоров'ю людей, зменшення втрат електроенергії.

Основні результати передані для впровадження у виробництво і використовуються у навчальному процесі.

Ключові слова: електроенергетика, техногенне навантаження, викиди, екологічна безпека, нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії, математичні моделі.

АННОТАЦІЯ

Михайлів М.И. Повышение экологической безопасности электроэнергетики Карпатского региона с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. – Рукопись.

Диссертация на получения ученой степени доктора технических наук по специальности 21.06.01 – Экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2012.

В диссертационной работе приведен анализ техногенной нагрузки электроэнергетических объектов на окружающую среду, на основе которого решена актуальная научно-практическая задача-разработка и развитие научно - прикладных основ уменьшения техногенной нагрузки электроэнергетики на разных уровнях электро-энергетической иерархии - производства, распределения и потребления электроэнергии.

В диссертации разработаны методологические основы корректировки загрузки работы электростанций с учетом выбросов в окружающую среду.

Обосновано дальнейшее развитие стратегического уменьшения загрязнения окружающей среды в Карпатском регионе благодаря ресурсосбережению на всех уровнях энергетической иерархии и внедрению нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (малых ГЭС, ветроэнергетических, гелиоэнергетических, а также установках, использования отходов деревообрабатывающей промышленности)

На основе марковских моделей надежности доработаны теоретические основы структурных математических моделей расчета улучшения надежности электроснабжения с использованием локальных возобновляемых источников энергии, обеспечивающих уменьшение аварийных отключений электроэнергии, а также возникновение кризисных экологических явлений.

Разработана методология создания матричных моделей мониторинга техногенной нагрузки энергетики на окружающую среду, которая отличается от других обеспечением единой классификации и кодирования экологической информации на всех стадиях энергетической структуры.

С помощью показателя экологической эффективности, который учитывает все взаимосвязи объектов электроэнергетики с окружающей средой, предложено устанавливать изменение уровня экобезопасности за счет уменьшения техногенных загрязнений.

Усовершенствован метод "выигрыш - расходы" на основе математических моделей экономической оценки экологического эффекта внедрения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, который, в отличие от существующего, позволяет учитывать выигрыш от уменьшения убытков фауне, флоре и здоровью людей, уменьшения потерь электроэнергии на электростанциях и в электроэнергетических системах распределения и потребления электроэнергии.

Проведены исследования и выполнен анализ повышения электрического КПД комбинированных источников энергии на базе топливных ячеек введением термоэлектрического преобразователя с помощью которого используется доля тепловой энергии водяного пара на выходе топливной ячейки.

Также диссертантом предложен способ регулирования скорости потока воздуха для крышных электростанций с целью увеличения эффективности их использования при различных скоростях ветра.

Основные результаты переданы для внедрения в производство и используются в учебном процессе.

Ключевые слова: электроэнергетика, техногенная нагрузка, выбросы, экологическая безопасность, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, математические модели.

ABSTRACT

Mykhayliv M.I. Environmental safety increasing of electricity of the Carpathian region using alternative and renewable energy sources. – The manuscript.

The dissertation is for the scientific degree of Doctor of Sciences (Engineering) on specialty 21.06.01 – Environmental safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2012.

The thesis presents an analysis of human impacts load of power facilities on the environment, on which it is solved the actual scientific and practical tasks such as design and development of scientific – applied bases of human impacts reducing of electricity at different levels of hierarchy – electricity production, distribution and consumption.

The thesis considers the development of the methodological foundations of adjustment load of power plants taking into account emissions into the environment. It is substantiated further development of the strategic reduction of pollution in the Carpathian region due to resource conservation and implementation of alternative and renewable energy sources.

It is refined theoretical foundations of structural mathematical models of calculation of power supply reliability improve using the local renewable energy sources to decrease emergency shutdowns and the crisis ecological effects

It is worked out a methodology of matrix models creation of energy human impact monitoring, which differs from other by providing of unified classification and environmental information coding at all stages of the energy structure.

With the help of ecological efficiency index that takes into account all relationships between power facilities and the environment it is proposed to establish changes of environmental safety level by reducing human pollution.

It is improved "benefits-costs" method based on the mathematical models of the implementation of alternative and renewable energy sources economic evaluation, which in contrast to existing allows to take into account benefits from damage reducing to fauna, flora and human health, power loss reducing.

Keywords: *electricity, human impacts, emissions, ecological safety, alternative and renewable energy, mathematical model.*