

УДК 620.9
УКПІ 73.10.13
№ держреєстрації 0117U000051
Інв. №

Національна академія наук України
Інститут загальної енергетики (ІЗЕ)
03150, м. Київ, вул. Антоновича, 172, тел. (044) 294-67-01

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
з наукової роботи
ІЗЕ НАН України
канд. техн. наук



Сергій Шульженко
Сергій ШУЛЬЖЕНКО
31.12.2021

ЗВІТ ПРО НАУКОВУ РОБОТУ

Створення та розвиток математичних засобів прогнозування і оптимізації енергетичних об'єднань на основі ефективних технологій перетворення та використання енергії
(«ПРОГНОЗУВАННЯ»)

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ ТА З УРАХУВАННЯМ МОЖЛИВОСТІ НАДАННЯ
НИМИ ДОПОМІЖНИХ (СИСТЕМНИХ) ПОСЛУГ ДЛЯ ОЕС УКРАЇНИ
(остаточний)

Том 2

Науковий керівник НР,
академік НАН України
Відповідальні виконавці:
канд. техн. наук, ст. наук. співр.
канд. техн. наук
канд. техн. наук, ст. наук. співр.
канд. техн. наук

Кулик

Михайло КУЛИК

Малюренко

Олена МАЛЮРЕНКО

Нечасва

Тетяна НЕЧАСВА

Дерій

Володимир ДЕРІЙ

Тесленко

Олександр ТЕСЛЕНКО

2021

Рукопис закінчено 31 грудня 2021 р.
Результати роботи розглянуто Вченою радою ІЗЕ НАН України, протокол від 25 листопада
2021 р. № 9

РЕФЕРАТ

Звіт про НР: 167 с., 5 розд., 35 табл., 17 рис., 2 дод., 180 джерел.

СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ, ЕНЕРГОРЕСУРСИ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТЬ, ПОПИТ, ПРОГНОЗУВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОСИСТЕМА, ГРАФІК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.

Об'єкт дослідження – обсяги енергоспоживання, заходи з енергозбереження, показники ефективності новітніх технологій для систем теплопостачання, екологічні вимоги до викидів теплогенерувальних джерел системи централізованого теплопостачання (СЦТ) України та Об'єднаної енергетичної системи України (ОЕС України).

Мета роботи – удосконалення методу прямого рахунку для прогнозування потреби в енергетичних ресурсах, удосконалення методики визначення середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл для визначення економічно доцільних обсягів розповсюдження ефективних технологій теплозабезпечення. Створення математичних засобів прогнозування і оптимізації систем централізованого теплопостачання при проведенні їх оновлення з урахуванням можливості та доцільності надання ними допоміжних послуг ОЕС України.

Задачі дослідження – вибір методу прогнозування попиту на енергоресурси; напрями підвищення енергетичної ефективності джерел теплозабезпечення, оцінка новітніх технологій теплогенерації за показником середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл для визначення доцільних обсягів заміщення органічного палива в котельних.

Методи дослідження – системний, аналітично-статистичний, прямого рахунку та фінансовий аналізи, середньозваженої собівартості енергоресурсу за життєвий цикл.

У звіті приведено наступні результати досліджень: аналіз сучасних методів прогнозування попиту на енергетичні ресурси, удосконалена методика визначення попиту на енергетичні ресурси за методом прямого рахунку, що

відрізняється виділенням окремих груп споживачів: виробництво продукції, надання послуг, населення та створення методики обчислення прогнозних рівнів попиту на енергоресурси для цих груп з урахуванням потенціалів енергозбереження на відповідних ієрархічних рівнях: країна, групи споживачів; результати обчисленого попиту на енергетичні ресурси для енергоємних видів виробництва та по країні в цілому до 2040 р., аналіз енергоефективних технологій для систем теплопостачання з оцінкою екологічних вимог, обчислені показники середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл для різних типів теплогенерувальних джерел для їх співставлення та оцінки обсягів можливого заміщення органічного палива на виробництво теплової енергії котельними на період до 2040 року.

Науковою новизною отриманих результатів є удосконалення методу прямого рахунку для визначення прогнозного попиту на енергетичні ресурси, що відрізняється виділенням окремих груп споживачів: виробництво продукції, надання послуг, населення, для створення методики обчислення прогнозних рівнів попиту на енергоресурси з урахуванням потенціалу енергозбереження на відповідних ієрархічних рівнях; удосконалена методика визначення середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл, що відрізняється від попередньої розробленим алгоритмом обчислення екологічної складової, яка включає екологічний податок та вартість будівництва й експлуатації обладнання для знешкодження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря; особливості оцінки показника середньозваженої собівартості теплової енергії за життєвий цикл для електричних теплогенераторів, котлів на біопаливі та відходах з визначенням доцільності заміщення котельних на органічному паливі теплогенераторами на альтернативних видах палива та енергії за порівнянням цього показника.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що основне обладнання систем теплопостачання України фізично зношене, що є причиною низької ефективності, не якісних послуг та процесів децентралізації та обумовлює необхідність проведення масштабної реконструкції та модернізації.

Створені прогнози попиту на теплову енергію, зміни структур паливного балансу та генерації теплової енергії показали, що для забезпечення низьковуглецевого розвитку України в структурі генерації теплової енергії СЦТ використання вугілля та нафтопродуктів буде суттєво зменшуватися, частка природного газу буде теж зменшуватися, але він буде основним паливом на період технологічної трансформації генеруючих потужностей в умовах низьковуглецевого розвитку України. Генерація теплової енергії з використанням біомаси, відходів, доквілля та електроенергії буде весь час збільшуватися.

Запропоновано новий критерій для відбору теплогенеруючих технологій при оновленні СЦТ, на основі якого створена розрахункова модель для визначення ефективності їх використання та її комп'ютерна реалізація. Проведене моделювання використання теплогенеруючих технологій, аналіз отриманих результатів та дослідження напрямів розвитку СЦТ виявили найбільш перспективні теплогенеруючі технології для їх оновлення.

Розроблена математична модель спільної роботи електричних теплогенераторів та СЦТ, яка допоможе створити алгоритми взаємодії диспетчерів енергетичних та теплофікаційних систем при використанні електричних теплогенераторів для надання допоміжних послуг енергосистемам.

Використання електричних теплогенераторів потужністю 2,5–3,0 ГВт для регулювання навантаження енергетичних систем під час їх нічного провалу ГЕН дозволить: зробити структуру генерації ОЕС України більш ефективною за рахунок збільшення базового рівня АЕС; призупинити неефективне використання енергоблоків ТЕС у неекономічних режимах, що зменшить витрати на їх експлуатацію і ремонт обладнання та споживання ними вугілля на 296,7 тис т на рік; в СЦТ – зменшити споживання природного газу на 604,5 млн м³ на рік та викиди парникових газів на 1691,3 тис т на рік; створити в Україні новий високотехнологічний сектор енергетики та нові робочі місця для висококваліфікованого персоналу енергетики.