

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Головна мета роботи – вибір оптимального сценарію теплопостачання населеного пункту з населенням до 50000 жителів. Запропоновано використання методів оцінки на основі апарату математичної статистики, зокрема коефіцієнтів рангової кореляції.

Главная цель работы – выбор оптимального сценария теплоснабжения населённого пункта с населением до 50000 жителей. Предложено использование методов оценки на основе аппарата математической статистики, в частности коэффициентов ранговой корреляции.

A primary objective of work is a choice of optimum scenario of a heat supply of city with a population to 50000 inhabitants. Use of methods of estimation on the basis of the device of mathematical statistics in particular factors of grade is offered to correlation.

n – число парных наблюдений;

r – коэффициент корреляции рангов;

X, Y – случайная величина;

$P_{об}$ – обобщённый интегральный показатель системы;

P_1 – себестоимость 1 Гкал, грн.;

P_2 – качество эксплуатации, б/р.;

P_3 – КИТ, %.;

P_4 – нагрузка на экологию, мг/м³;

P_5 – срок службы оборудования, лет;

Σd^2 – сумма квадратов разностей рангов.

Сегодняшняя ситуация в теплообеспечении городов и населённых пунктов Украины характеризуется как кризисная, а в некоторых из них как критичная. В этой сфере жилищно-коммунального хозяйства тесно пересекаются технические, экономические, экологические и социальные проблемы.

В ходе данной работы, в качестве примера, рассматривались направления дальнейшего развития сценария теплоснабжения г. Жашков, Черкасской области с населением 16700 жителей. Теплоснабжение города является умеренно централизованным и осуществляется КП «Жашківське підприємство теплових мереж».

На устойчивость работы системы теплоснабжения влияет большое количество разнопараметрических факторов. После опроса респондентов и ранжирования афффектов были выбраны основные факторы, которые, по мнению экспертов, оказывают наибольшее влияние на устойчивую работу системы отопления города, табл. 1.

Как видно из табл. 1, основные факторы являются случайными величинами, которые затруднительно сравнивать при выборе оптималь-

Табл. 1. Основные факторы, влияющие на работу системы отопления

№ п.п	Фактор
1	Себестоимость 1 Гкал, грн.
2	Качество эксплуатации, б/р
3	КИТ, %
4	Нагрузка на экологию, мг/м ³
5	Сроки службы оборудования, лет

ной схемы теплоснабжения населённого пункта. Обозначив центральную систему теплоснабжения как X , а автономную систему теплоснабжения Y , найдём зависимость между ними и проведём их критериальную оценку, воспользовавшись методами математической статистики. Известно, что функциональная зависимость устанавливает строгую взаимосвязь между переменными, а статистическая зависимость лишь говорит о том, что распределение случайной величины Y зависит от того, какое значение принимает величина X . [1].

Одной из мер статистической зависимости

между двумя переменными является коэффициент корреляции. Он показывает, насколько ярко выражена тенденция к росту одной переменной при увеличении другой. Коэффициент корреляции находится в диапазоне [-1, 1]. Нулевое значение коэффициента обозначает отсутствие такой тенденции (но не обязательно отсутствие зависимости вообще).

Существует несколько различных коэффициентов корреляции. Наиболее широко известен коэффициент корреляции Пирсона, характеризующий степень линейной зависимости между переменными. Поэтому, так как распределение исследуемых переменных отличается от нормального, то лучше воспользоваться непараметрическим аналогом – коэффициентом ранговой корреляции Спирмена. Этот коэффициент корреляции может быть рассчитан при помощи подпрограммы Spearman Rank Correlation [2].

Следует отметить, что коэффициент корреляции Спирмена может использоваться для оценки зависимости между переменными независимо от их распределения. Это важное качество достигается благодаря тому, что все специфические для конкретных распределений детали исчезают, когда значения переменных заменяются их рангами в выборке. Учитывая сказанное нами выполнены аналитические расчёты коэффициентов корреляции для определения оптимального варианта теплоснабжения г. Жашков.

Практический расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена включает следующие этапы:

1) Сопоставить каждому из признаков их порядковый номер (ранг) по возрастанию (или убыванию).

2) Определить разности рангов каждой пары сопоставляемых значений.

3) Возвести в квадрат каждую разность и суммировать полученные результаты.

4) Вычислить коэффициент корреляции рангов по формуле:

$$r = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (1)$$

где $\sum d^2$ – сумма квадратов разностей рангов, а n – число парных наблюдений.

При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивают тесноту связи между признаками, считая значения коэффициента равные 0,3 и менее, показателями слабой тесноты связи; значения более 0,4, но менее 0,7 –

показателями умеренной тесноты связи, а значения 0,7 и более – показателями высокой тесноты связи. Качественную меру связи оценивают по абсолютному значению коэффициента (от 0 до 1). Тесноту взаимосвязи принято считать по нескольким уровням.

Выбор коэффициентов корреляции также обусловлен шкалой измерений результатов. Таким образом, на основании расчетного коэффициента делается вывод о том, что между исследуемыми признаками существует слабая (средняя, сильная) положительная (отрицательная) связь.

После этого были выделены основные показатели влияющие на устойчивую работу центральной теплосети в её сравнении с автономным отоплением, см. табл.1, что позволило определить обобщённый интегральный энергоэкологический показатель для системы теплоснабжения в виде:

$$P^{об} = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5, \quad (2)$$

$P^{об}$ – обобщённый энергоэкологический интегральный показатель системы;

P_1 – интегральный показатель себестоимости 1 Гкал, грн.;

P_2 – интегральный показатель качества эксплуатации, безразмерный;

P_3 – интегральный показатель КИТ (коэффициент использования топлива), %;

P_4 – интегральный показатель нагрузки на экологию, мг/м³;

P_5 – интегральный показатель сроков службы оборудования, лет.

Используя таблицы Харрингтона [3] и шкалу частных оценок, для рассматриваемого примера (г. Жашков) получаем:

$$P^{об} = 0,0022 \dots 0,035, \quad (3)$$

где $P^{об} = 0,035$ – численное значение обобщённого показателя автономной системы теплоснабжения, а $P^{об} = 0,0022$ – центральной системы отопления.

На основании полученных численных данных появляется возможность создания критериального поля, иллюстрируемая рис.1. Расчёт численных значений показателей, полученных с помощью методики расчёта коэффициентов корреляции, позволяет провести оценку дальнейшего развития теплоснабжения города.

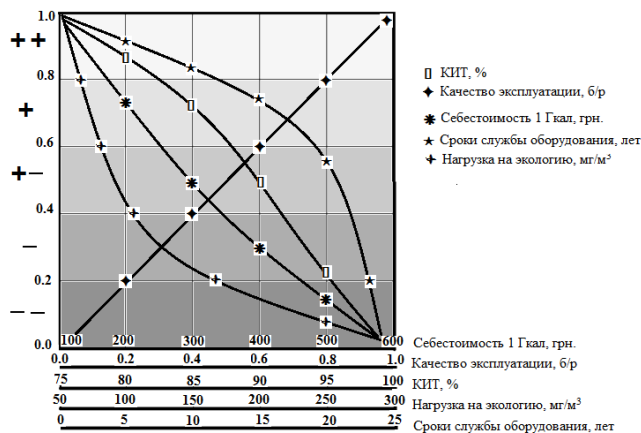


Рис.1. Критериальное поле для сравнения системы центрального и автономного теплоснабжения г. Жашков Черкасской области.

Выводы

Критериальные оценки выбора сценария развития системы центрального либо автономного теплоснабжения города могут быть использованы для обоснования правильного решения и

составления прогноза развития.

Исходя из полученных расчётных данных, переход на автономное теплоснабжение города возможен после достижения обобщённым энергоэкологическим интегральным показателем системы значения, $P^{об} = 0,02$.

Как показали численные расчёты, в г.Жашков Черкасской области нецелесообразно создание системы автономного теплоснабжения, а экономически и энергоэкологически выгодно сохранение существующей системы центрального отопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973.– 899с.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Юнити, 1998. – 1022 с.
3. Харрингтон Д. Совершенство управления процессами. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2007. – С. 35-41.

УДК 621.482

Беляева Т.Г.¹, Рутенко А.А.¹, Ткаченко М.В.¹, Басок О.Б.²

¹Институт технической теплофизики НАН Украины

²Киевский национальный университет им. Т.Г.Шевченко

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Целью настоящей работы являлось установление таких вариантов использования теплонасосных схем теплообеспечения, которые в Украине для нынешней кризисной экономической обстановки являются экономически выгодными, а значит и привлекательными для инвестирования в теплоэнергетические проекты заемных средств. Для этого, с учетом современных экономических условий Украины определялась себестоимость 1 Гкал теплоты, произведенной разными системами теплоснабжения, а также была проведена оценка экономических аспектов использования этой теплоты разными категориями потребителей. Были рассмотрены следующие системы теплоснабжения:

1) высокоэффективный газовый водогрей-

ный котел КВВ-1,0 мощностью 1 МВт, разработанный в Институте технической теплофизики НАН Украины (КПД котла – 94 %, удельный расход топлива – 117 м³/МВт);

2) тепловой насос теплопроизводительностью 1 МВт;

3) комбинированная когенерационная установка с тепловым насосом такой же теплопроизводительности. Предполагается, что выработанная когенерационной установкой электрическая энергия используется компрессором теплового насоса. В качестве примера, рассмотрена когенерационная установка FG Wilson модели SG240, электрическая мощность которой 192 кВт, номинальная тепловая мощность 240 кВт. Теплопроизводительность теплового насоса составляет