

Корреляционный анализ факторов влияющих на отказы трубопроводов тепловых сетей

Т.О. Политова, Ш.Г. Зиганишин, Р.Р. Салыхова, А.О. Малахов

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Аннотация: В работе произведен корреляционный анализ факторов, влияющих на отказы трубопроводов тепловых сетей. Для расчета использованы данные МУП ПО «Казэнерго» за 2012-2014 года. Изучалось влияние следующих факторов: средняя температура наружного воздуха, объем перекладки трубопроводов в километрах, объемы финансирования ремонтных работ.

Ключевые слова: системы теплоснабжения, надежность, корреляционный анализ, теплоснабжение, отказы, тепловые сети.

Одной из актуальных задач, стоящих перед Россией в настоящее время, является энергосбережение и энергоэффективность во всех сферах человеческой деятельности.

Большинство систем теплоснабжения городов изношены. В последнее время наблюдается снижение надежности тепловых сетей, это приводит к материальным и финансовым потерям, ведет к нарушению нормальных условий жизни и работы людей, сбоям в технологических процессах [1,2].

Отказ теплоснабжающих систем жилых и общественных зданий приводит к нарушению нормальных условий жизни и работы людей, наносят большой экономический вред потребителям. В связи с этим повышение надежности тепловых сетей становится все более актуальным [3].

На сегодняшний день существует большое количество способов сбора статистической информации о повреждениях и авариях в магистральных трубопроводах, предназначенных для компьютерной обработки [4,5].

При оценке надежности систем одной из важных задач является исследование вероятностной зависимости между изучаемыми переменными.

Для количественной оценки связи между изучаемыми переменными используются показатели корреляции. Линейный коэффициент корреляции характеризует степень зависимости между двумя коррелируемыми признаками [6-8].

Корреляционный анализ — это метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов корреляции между переменными. При этом сравниваются коэффициенты корреляции между одной парой или множеством пар признаков для установления между ними статистических взаимосвязей.

Цель корреляционного анализа — обеспечить получение некоторой информации об одной переменной с помощью другой переменной. Корреляция отражает лишь линейную зависимость величин [9,10].

В общем случае, когда случайные величины связаны произвольной вероятностной зависимостью, линейный коэффициент корреляции принимает значение в пределах от 1 до -1. Оценка корреляции случайных величин может быть определена по шкале Чеддока, приведенной в таблице №1.

Таблица №1

Шкала Чеддока

Теснота связи	Значение коэффициента корреляции при наличии	
	Прямой связи	Обратной связи
Слабая	0,1-0,3	(-0,1)-(-0,3)
Умеренная	0,3-0,5	(-0,3)-(-0,5)
Заметная	0,5-0,7	(-0,5)-(-0,7)
Высокая	0,7-0,9	(-0,7)-(-0,9)
Весьма высокая	0,9-0,99	(-0,9)-(-0,99)

В таблице №2 представлены исходные данные для определения линейной зависимости между случайными величинами методом корреляционного анализа. Для расчета были взяты данные МУП ПО «Казэнерго» за 2012-2014 года: количество отказов тепловых сетей, средняя температура наружного воздуха, объемы перекладки трубопроводов в километрах, затраты на ремонт.

Таблица № 2

Исходные данные

Год	Количество отказов, шт./год	Средняя температура наружного воздуха, °С	Объем перекладки трубопроводов в км	Затраты на ремонт
2012	25	5,46	22,5	26500
2013	47	5,98	18,9	58450
2014	106	4,88	8	53070

Расчеты проводились в Excel. Коэффициенты корреляции, полученные в результате анализа представлены в таблице №3.

Таблица №3

Результаты корреляционного анализа

	Кол-во отказов, шт./год	Средняя температура наружного воздуха, °С	Объем перекладки трубопроводов в км	Затраты на ремонт
Кол-во отказов, шт./год	1	—	—	—
Средняя температура наружного воздуха, °С	-0,73	1	—	—
Объем перекладки трубопроводов в км	-0,99	0,74	1	—
Затраты на ремонт	0,13	0,59	-0,57	1



Знак «минус» означает, что при возрастании одной случайной величины другая убывает.

По результатам корреляционного анализа выявлены следующие закономерности:

1) количество отказов тепловых сетей уменьшается с увеличением метража переложённых трубопроводов (коэффициент корреляции равен $-0,99$) т.е. чем больше заменено трубопроводов, тем меньше отказов в тепловой сети;

2) на количество отказов влияет и температура наружного воздуха, как видно из таблицы №2. Коэффициент корреляции между количеством отказов и температурой равен $-0,73$ (таблица №3). Однако в 2014 году наблюдается аномалия. Температура в 2014 году за отопительный период выше, чем в 2012, 2013 годах, но количество отказов увеличилось. Это можно объяснить тем, с тем что, вступили в силу правила об ограничении поставки горячего водоснабжения в летний период на период не более чем 14 дней;

3) зависимость между объемом финансирования выделяемого на ремонт тепловых сетей и количеством отказов слабая. Вероятно, это можно объяснить тем что, финансирование идет не только на замену трубопроводов, но и на замену оборудования в котельных.

Литература

1. Горбунова Т.Г., Ваньков Ю.В., Политова Т.О. Расчет и оценка показателя надежности при проектировании тепловых сетей // Инженерный вестник Дона, 2014, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2228.

2. Давыденко О.В. Обзор современных проблем и перспектив развития водоснабжения и водоотведения на территории Ставропольского края //



Инженерный вестник Дона, 2009, №1 URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250

3. Gorbunova T.G., Vankov Yu.V., Politova T.O., Ziganshin Sh.G., Zagidullin Dm. N.- Practical application of reliability index in designing heat networks // Prescopus Russia: Open journal, 4, December, 2013.11. URL: ores.su/proj-4-4-2013/item/8717-practical-application-of-reliability-index-in-designing-heat-networks-tg-gorbunova-yuv-vankov-to-politova-shg-ziganshin-dm-n-zagidullin.html (entry is free).

4. Batov S., Schuschulov K., Genovski J. Анализ работы резервированных тепловых сетей. Analise der Veranderungen der Zuverlassigkeit bei elementaren Reservierung der Fernwameversorgungsnetze. //25th UNICHAL – Congr., Budapest, 4-6 June, 1991. Vol.3. – Zurich, 1991. – pp.1-12.

5. Ваньков Ю.В., Зиганшин Ш.Г., Горбунова Т.Г., Политова Т.О., Хабибуллин Р.М. Анализ повреждаемости тепловых сетей г. Казани и разработка рекомендаций для повышения их надежности. // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2012. - №7-8. - С.10-18.

6. Ваньков Ю.В., Горбунова Т.Г., Политова Т.О., Зиганшин Ш.Г. «Функциональная надежность тепловых сетей г. Казани: теория и практика» // НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО – 2012: Труды Международного симпозиума: в 2 т. под ред. Н. К. Юркова. — Пенза: Изд-во Пенз. ГУ, 2012. – 1 том – 506 с.

7. Ваньков Ю.В., Зиганшин Ш.Г., Политова Т.О., Сяяхова Р.Р., Назарычев С.А. «Расчет надежности систем теплоснабжения Авиастроительного района г. Казани» // Новости теплоснабжения. 2015. - №2. – С.22-25.

8. Дейнеко С.В. Обеспечение надежности систем трубопроводного транспорта нефти и газа. - Москва. Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2011. 176 с.

9. Дейнеко С.В. Построение моделей газонефтепроводов методом компьютерного моделирования. Лабораторный практикум. Москва 2007. - 161с.

10. Сухарев М. Г. Математическая теория надежности и ее инженерные приложения: Учебное пособие. - М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. - 61с.

References

1. Gorbunova T.G., Van'kov Ju.V., Politova T.O. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2228.

2. Davydenko O.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2009, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250

3. Gorbunova T.G., Vankov Yu.V., Politova T.O., Ziganshin Sh.G., Zagidullin Dm. N. Practical application of reliability index in designing heat networks. Prescopus Russia: Open journal, 4, December, 2013.11. URL:ores.su/proj-4-4-2013/item/8717-practical-application-of-reliability-index-in-designing-heat-networks-tg-gorbunova-yuv-vankov-to-politova-shg-ziganshin-dm-n-zagidullin.html (entry is free).

4. Batov S., Schuschulov K., Genovski J. Analise der Veranderungen der Zuverlassigkeit bei elementaren Reservierung der Fernwameversorgungsnetze. 25th UNICHAL Congr., Budapest, 4-6 June, 1991. Vol.3. Zurich, 1991. pp.1-12.

5. Van'kov Ju.V., Ziganshin Sh.G., Gorbunova T.G., Politova T.O., Habibullin R.M. Izvestija VUZov. Problemy jenergetiki. 2012. №7-8. pp.10-18.

6. Van'kov Ju.V., Gorbunova T.G., Politova T.O., Ziganshin Sh.G. NADEZH NOST" I KACHESTVO 2012: Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma: v 2 t. pod red. N. K. Jurkova. Penza: Izd-vo Penz. GU, 2012. 1 tom. 506 p.



7. Van'kov Ju.V., Ziganshin Sh.G., Politova T.O., Saljahova R.R., Nazarychev S.A. Novosti teplosnabzhenija. 2015. №2. pp.22-25.

8. Dejneko S.V. Obespechenie nadezhnosti sistem truboprovodnogo transporta nefti i gaza [Ensuring reliability of pipeline transport of oil and gas]. Moskva. Izdatel'stvo «Tehnika», TUMA GRUPP, 2011. 176 p.

9. Dejneko S.V. Postroenie modelej gazonefteprovodov metodom komp'juternogo modelirovanija. Laboratornyj praktikum. [Construction of models of gas and oil pipelines method of computer simulation. Laboratory workshop] Moskva 2007. 161p.

10. Suharev M. G. Matematicheskaja teorija nadezhnosti i ee inzhenernye prilozhenija: Uchebnoe posobie [Mathematical reliability theory and its engineering applications: a tutorial]. M.: RGU nefti i gaza im. I. M. Gubkina, 2005. 61p.