



Данелюк В. И.



Иванова С. С.

Данелюк В. И., к.т.н., доцент кафедры «Технология строительного производства» Одесской государственной академии строительства и архитектуры, 65029, Украина, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 4, e-mail: daneliuk.vadim@gmail.com, тел.: +38(095)33-99-639
Иванова С. С., аспирант МГСУ, старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 3200, г. Бендеры, ул. Бендерского Восстания, 7, e-mail: bkt@bpfpgu.ru, тел.: (+373 552) 6-09-63

I. Danelyuk, Ph.D., Associate Professor of the Department of "Technology of Construction" Odessa State Academy of Construction and Architecture, 65029, Ukraine, Odessa, ul. Didrikhsona, 4, e-mail: daneliuk.vadim@gmail.com, phone: +380953399639
S. Ivanova, graduate student of MGSU, the senior teacher of Teplogazosnabzheniye and Ventilation chair of the PGU Bendery polytechnical branch of T.G. Shevchenko, 3200, Bendery, ul. Benderskogo Uprising, 7, e-mail: bkt@bpfpgu.ru, phone: (+373 552) 6-09-63

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ

COMPREHENSIVE ESTIMATION OF THE QUALITY OF GAS NETWORKS

Анотация. Работа отражает принципы определения обобщенной функции желательности (комплексной оценки качества подземных газовых сетей) для подземных газопроводов и сооружений на них филиала ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье» в городе Бендеры.

Ключевые слова: комплексная оценка качества, обобщенная функция желательности, шкала желательности.

Анотація. Робота відображає принципи визначення узагальненої функції бажаності (комплексної оцінки якості підземних газових мереж) для підземних газопроводів та споруд на них філії ТОВ «Тираспольтрансгаз-Придністров'я» в місті Бендери.

Ключові слова: комплексна оцінка якості, узагальнена функція бажаності, шкала бажаності.

Annotation. The work reflects the principles for determining the generalized desirability function (integrated assessment of the quality of underground gas networks) for underground gas pipelines and facilities for them at the branch of Tiraspoltransgaz-Pridnestrovie LLC in the city of Bendery.

Keywords: complex quality assessment, generalized desirability function, desirability scale.

Вступление

Любой произведенный продукт характеризуется, как правило, несколькими параметрами (показателями качества, откликами, целевыми функциями и т. д. – синонимов может быть много). Очень часто эти отклики находятся в сложной взаимосвязи друг с другом и весьма нередки случаи, когда они предъявляют к объекту (произведенному продукту) прямо противоположные требования. Между тем практически во всех случаях требуется найти некий единственный универсальный показатель качества произведенной продукции, по которому можно было бы сравнивать образцы.

Из многих откликов, определяющих объект, как правило, очень трудно выбрать один, самый важный, да это, наверное, и невозможно в принципе. Наиболее перспективным является путь обобщения всего множества откликов в единый количественный признак, однако здесь нас встречает множество трудностей.

Каждый отклик имеет свой физический смысл и свою размерность. Чтобы объединить различные отклики, прежде всего, приходится ввести для каждого из них некоторую безразмерную шкалу. Шкала должна быть однотипной для всех объединяемых откликов – это делает их сравнимыми. Выбор шкалы – не простая задача, зависящая от априорных сведений об откликах, а также от той точности, с которой мы хотим определить обобщенный признак.

После того как для каждого отклика построена безразмерная шкала, возникает следующая трудность – выбор правила комбинирования исходных частных откликов в обобщенный показатель. Единого правила не существует.

Одним из наиболее удобных способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Харрингтона [4]. В основе построения этой обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Шкала желательности относится к психофизическим шкалам. Ее назначение – установление соответствия между физическими и психологическими параметрами. Здесь под физическими параметрами понимаются возможные отклики, характеризующие функционирование исследуемого объекта. Среди них могут быть эстетические и даже статистические параметры, а под психологическими параметрами понимаются чисто субъективные оценки экспериментатора желательности (предпочтительности) того или иного значения отклика. Чтобы получить шкалу желательности, удобно пользоваться готовыми разработанными таблицами соответствий между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой (психологической) системах (табл. 1).

Значение частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности, обозначается черед d_i ($i = 1, 2, \dots, n$) и называется частной желательностью (от desirable фр. – желательный). Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_i=0$ соответствует абсолютному неприемлемому уровню данного свойства, а значение $d_i=1$ – самому лучшему значению свойства. Выбор отметок на шкале желательности 0,63 и 0,37 объясняется удобством вычислений: $0,63 \approx 1 - (1/e)$, $0,37 \approx 1/e$. Значение $d_i=0,37$ обычно соответствует границе допустимых значений.

В таблиці представлені числа, що відповідають деяким точкам кривої, яка задається рівнянням

$$d = \exp[-\exp(-\gamma)] \quad (1)$$

Таблиця 1.

Связь между количественными значениями безразмерной шкалы и психологическим восприятием человека

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00 – 0,80
Хорошо	0,80 – 0,63
Удовлетворительно	0,63 – 0,37
Плохо	0,37 – 0,20
Очень плохо	0,20 – 0,00

На оси ординат нанесены значения желательности, изменяющиеся от 0 до 1. По оси абсцисс указаны значения отклика, записанные в условном масштабе. За начало отсчета 0 по этой оси выбрано значение, соответствующее желательности 0,37. Выбор именно этой точки связан с тем, что она является точкой перегиба кривой, что в свою очередь создает определенные удобства при вычислениях. То же самое верно для значения желательности, соответствующего 0,63. Выбор этой кривой не является единственной возможностью. Однако она возникла в результате наблюдений за реальными решениями экспериментаторов и обладает такими полезными свойствами как непрерывность, монотонность, гладкость.

Симметрично относительно нуля на оси Y (Y – кодированная шкала) расположены кодированные значения отклика. Значение на кодированной шкале принято выбирать от 3 до 6. Выбор числа интервалов определяет крутизну кривой в средней зоне. Такая кривая теоретически полностью выполняет функцию перевода откликов в безразмерный параметр, однако при практическом ее использовании возникает ряд трудностей.

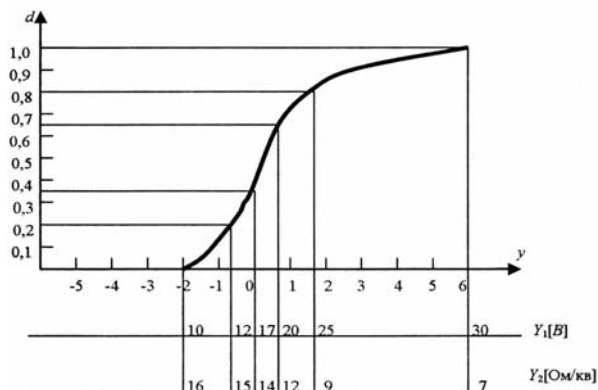


Рис. 1. Шкала и функции желательности Харрингтона

Предложенная Харрингтоном в качестве единого комплексного показателя качества продукции обобщенная функция желательности

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i} \quad (2)$$

(где m – число единичных откликов – сравниваемых показателей качества продукции) обладает тем недостатком, что в ней все отклики признаются равновесными, хотя на практике это далеко не так.

Выход из положения предложил Ю.М. Менчер, который разработал чисто аналитическую методику расчета обобщенной функции желательности (показателя качества) с учетом всех перечисленных выше недостатков. Расчет ведется в два этапа.

На первой этапе определяются единичные значения функции d_i ($i=1,2, \dots, m$) для любого количества откликов, каждый из которых должен представлять непрерывную монотонную функцию.

Для случая возрастания качества с возрастанием числовых значений отклика предложены 3 типа зависимостей:

- **кривая типа 1** является S-образной, возрастающей, симметричной и описывает качество отклика Y, если распределение Y не является резко асимметричным,
- **кривая типа 2** является S-образной, возрастающей, асимметричной с быстрым начальным возрастанием,
- **кривая типа 3** является S-образной, возрастающей, асимметричной с медленным начальным возрастанием, а для случая убывания качества с возрастанием числовых значений отклика предложены еще три типа зависимостей:
- **кривая типа 4** является S-образной, симметричной, представляет собой зеркальный вариант кривой типа 1,
- **кривая типа 5** является S-образной, убывающей, асимметричной, с быстрым начальным убыванием, представляет собой зеркальный вариант кривой типа 3,
- **кривая типа 6** является S-образной, убывающей, асимметричной, с медленным начальным убыванием, представляет собой зеркальный вариант кривой типа 2.

При этом во всех случаях в качестве аргумента выступает отклик Y в своем натуральном виде – так, как он измерялся в ходе эксперимента – большое достоинство для метода расчета.

Различные сочетания перечисленных шести типов кривых позволяют моделировать функции отклика, имеющие колоколообразный характер, симметричные, асимметричные, имеющие плато и без них. В этом случае оценка ведется по каждой ветви комбинированной функции отдельно.

После определения величины d_i частных показателей качества всех $i = 1, 2, \dots, m$ откликов можно переходить ко второму этапу расчетов – определению обобщенной функции качества (полезности, желательности) D.

Особенностью этого расчета является предварительное нахождение (определение, назначение) для каждого частного показателя d_i его веса α_i . Как правило, веса находятся одним из экспертных методов (если нет нормативно заданных приоритетов). При этом следует помнить, что наиболее важному отклику (или нескольким откликам) присваивается вес, равный единице, и далее с убыванием. Практика показывает, что хотя теоретически веса могут быть любыми в диапазоне $0 < \alpha_i \leq 1$, но эффективнее всего метод срабатывает при назначении весов в диапазоне $0,4 \leq \alpha_i \leq 1,0$, при этом градация их должна быть не чаще 0,1, то есть в порядке убывания 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; и 0,4.

Тогда обобщенная функция желательности (она же комплексная оценка качества продукции) может быть найдена по формуле

$$D = \sum_{i=1}^m \alpha_i \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i^{\alpha_i}} \quad (3)$$

где m – число частных оценок качество (число сравниваемых откликов).

Следует напомнить, что среди частных откликов, оцениваемых по формуле (3), не должно быть коррелированных между собой (в крайнем случае, допускается с оговорками пренебрежимо слабая корреляция).

Цель работы

Экспертным методом определить комплексную оценку качества эксплуатации газовых сетей и сооружений в приднестровском регионе для последующего математического моделирования и оптимизации этого эксплуатационного процесса.

Результаты исследования

Исходя из вышеизложенного, для предприятия газовой отрасли Приднестровского региона филиала ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье» в городе Бендеры определили комплексную оценку качества эксплуатации газовых сетей и сооружений.

Для этого, учитывалась деятельность предприятия газовой отрасли, рассмотрена его структура и основные показатели, характеризующие надежность систем газоснабжения на примере одной из служб- участка подземных сетей и сооружений (УПСиС).

Проанализированы основные направления деятельности УПСиС по количеству и перечню аварийных заявок получили следующие сводные данные, указанные в таблице №2.

Таблица 2.

Количество заявок, поступивших в 2010-2012 годах в УПСиС города Бендеры

Наименование работ	Год			Всего заявок	Среднее значение отклика X_i
	2010	2011	2012		
утечка на вводе в дом	807	613	814	2234	750
утечка на фланце	176	125	114	415	138
утечка на арматуре	546	367	416	1329	476
сработало ШРП, ГРП	1	2	1	4	1,33

После произведенных расчетов для каждого направления деятельности УПСиС получаем распределение соответствующих кривых:

- утечка на вводе в дом- тип 4,
- утечка на фланце- тип 5,
- утечка на арматуре- тип 5,
- сработало ШРП, ГРП- тип 5.

Дифференцируя обобщенную функцию желательности, определяем комплексную оценку качества подземных газовых сетей:

$$D = \sqrt{d_1^{\alpha_1} \cdot d_2^{\alpha_2} \cdot d_3^{\alpha_3} \cdot d_4^{\alpha_4}} \quad (4)$$

Сводим расчеты в таблицу №3 оценки качества.

Таблица 3.

Оценка качества подземных газовых сетей и сооружений УПСиС города Бендеры

Год, j	2010		2011		2012		D_{ij}
d_{ij}, α_i	d_1	α_1	d_2	α_3	d_4	α_5	
X_1	0,38	1	0,755	1	0,365	1	0,471
X_2	0,183	1	0,633	1	0,739	1	0,471
X_3	0,301	1	0,814	1	0,685	1	0,552
X_4	0,693	1	0,22	1	0,693	1	0,473
D_{ij}	0,347		0,541		0,598		

Таким образом, за 2010-2012 гг. надежность эксплуатации подземных газовых сетей и сооружений возрастает. Однако, сравнив полученное значение комплексной оценки качества $D_{ij}=0,598$ с характеристиками желательности, указанными в таблице №1, а именно данный показатель попадает в градацию на отметке шкалы желательности в пределах 0,63-0,37, что соответствует удовлетворительной желательности.

Выводы

Следует отметить, что единичное исследование еще ни о чем серьезном не говорит. Аналогичные расчеты необходимо провести в течение нескольких месяцев или лет подряд. Сравнив динамику изменения обобщенного показателя D_{ij} и экстраполировав его на ближайший месяц или два – можно делать не только одномоментные выводы, но и прогноз (перспективу) развития (или деградации) предприятия газовой отрасли Приднестровского региона филиала ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье» в городе Бендеры.

Литература:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условиях. – 2-е изд., перераб. и доп. // М.: Наука, 1976.
2. Барабашук В.И., Креденберг Б.И., Мирошниченко В.И. Планирование эксперимента в технике / Под ред. Б.И. Креденберг. // Киев: Техніка, 1984.
3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – 2-е изд., перераб. и доп. // М.: Статистика, 1980. С.262.
4. Долгов Ю.А., Шестакова Т.В. Методы обработки результатов пассивного эксперимента: Учеб.пособие. //Кишинёв: Изд-во КПИ им. С.Лазо, 1989.
5. Иванов А.З., Круг Г.К., Филаретов Г.Ф. Специальные вопросы планирования эксперимента. //М.: МЭИ, 1980. С. 90.
6. Плескунин В.И. Теоретические основы планирования эксперимента в научных и инженерных исследованиях: Учеб. Пособие. /Л.: Изд-во ЛЭТИ, 1974.
7. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К.; Пер. с нем. /М.: Мир, 1977.