

УДК 300.399.33

ЭНТРОПИЯ СМЕТНО-НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ© 2015 г. **О. Н. Калинина**

**ООО «Проектно-строительная компания «Центр инженерных технологий»,
г. Ростов-на-Дону**

Раскрыта проблема сметных нормативов. Отмечено, что сметные нормы не отображают реальные затраты при определении стоимости объектов.

Ключевые слова: энтропия; случайная величина; информация; вероятность; сметные нормы; бинарная величина; затраты труда; прямые затраты.

Author reviews the problem of estimate standards. It is noted that the norm of the estimated ratios do not reflect the real costs that determine the value of objects.

Key words: entropy; random variable; information; probability; the estimated ratios binary value; labor costs; direct costs.

Неопределенность есть ничто иное, как недостача информации, или отрицательная информация, в свою очередь, информация, поступающая в объект, несет за собой убыль неопределенности [1]. В теории информации меру, выражающую степень неопределенности (неясности) состояния какого-либо объекта, принято считать энтропией. Энтропию $H(x)$ определяют по формуле, совпадающей с формулой Шеннона для информации [2]:

$$H(x) = -\sum \log_2 p(x) \cdot P(x), \quad (1)$$

где x — дискретная случайная величина принимающая от двух до n значений, каждое из которых выполняется с определенной долей вероятности; $P(x)$ — вероятность, с которой величина принимает свое значение, определяется интуитивным путем.

Величина $H(x)$ не зависит от величины и от количества значений x , а зависит от вероятности $P(x)$ и всегда ≥ 0 . Вероятность $P(x)$ принимает значения $0 \leq P(x) \leq 1$.

Энтропия кодирует меру неуверенности (неопределенности), которую можно преодолеть, задавая бинарные вопросы, допускающие только ответы «да» или «нет». Ответы на бинарные вопросы содержат одну единицу или один бит информации.

На рис. 1 показан вид энтропии $H(x)$ для случайной величины x , которая принимает два

значения. Степень «неизвестности» максимальна, когда вероятность «удачи» или «неудачи» равна $1/2$, в данном случае энтропия $H(x) = 1$. Когда вероятность $P(x)$ равна 0 или 1, то у нас нет случайной величины: это значит, что нет «неизвестности» и энтропия $H(x) = 0$. Из вышесказанного следует, что энтропия возрастает, когда вероятность $P(x)$ принимает значения от 0 до $1/2$ и убывает при значениях вероятности от $1/2$ до 1.

Случайная величина x может принимать несколько значений с любой вероятностью, величина x считает количество неудач до первой удачи в серии независимых испытаний. В работе [3] доказано, что для бинарной случайной величины с вероятностью $P = 1/2$ энтропия приблизительно равна 2 битам. Следовательно, нам известно, сколько в среднем необходимо произвести испытаний до первой удачи, т. е. среднее количество вопросов, которые нам необходимо задать в нашем случае, равно как минимум 2 и энтропия равна приблизительно 2 бит.

Согласно МДС 81-35.2004 [4], прямые затраты в составе сметной стоимости строительства определяются на основе сметных нормативов (расценок), которые разрабатываются на основе принципа усреднения с минимизацией расхода всех необходимых ре-

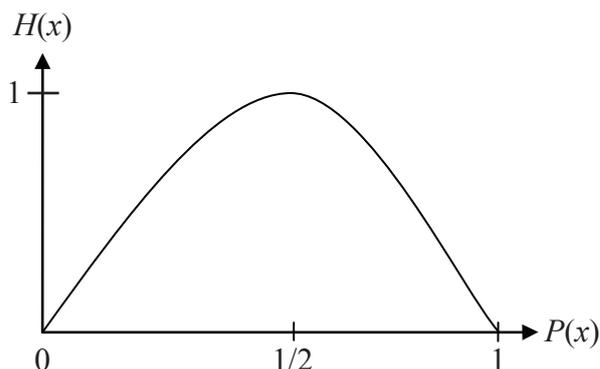


Рис. 1. Энтропия случайной величины

сурсов и содержат следующие нормативные показатели:

- затраты труда рабочих (строителей, монтажников), в чел.-ч;
- средний разряд работы (звена рабочих);
- затраты труда машинистов, в чел.-ч;
- состав и продолжительность эксплуатации строительных машин, механизмов, приспособлений, механизированного инструмента в маш.-ч;
- перечень материалов, изделий, конструкций, используемых в процессе производства работ, и их расход в физических (натуральных) единицах измерения.

Количество труда определяется нормами его затрат, а качество — тарифной системой и ее разновидностями, позволяющий дифференцировать труд по уровню его квалификации [5].

Нормы затрат труда рабочих и времени работы строительных машин, содержащиеся в сборниках Государственных элементных сметных норм и производственных норм, определяются на основании сборников «Единых норм и расценок», а также «Ведомственных норм и расценок» (далее ЕНиР, ВНиР соответственно), которые должны обновляться и дополняться в связи с применением новых средств механизации, технологии производства работ, материалов и конструкций [5]. Срок действия утвержденных Единых норм и расценок составляет пять лет, в течение которого они подлежат обязательной проверке и при необходимости замене на новые, а по мере совершенствования техники, технологии, организации производства и труда в них вно-

сятся соответствующие дополнения и изменения [6].

К сожалению отмечено, что тарифные ставки в сметных нормативах искусственно занижены и не соответствуют реальному уровню оплаты труда в строительстве, т. к. сказывается искажающее влияние статистической отчетности строительных организаций, занижающих данные о выплачиваемой заработной плате [7]. Кроме того, согласно анализу Счетной палаты РФ №4 (208) 2015 г. [8] установлено, что Минстроем России плановая работа по актуализации федеральной сметно-нормативной базы по ряду причин не проводится. Анализ нормативных документов выявил пробелы в нормативных актах, вследствие чего, большинство включенных в федеральный реестр нормативов не содержат информацию, объективно отображающую затраты при определении сметной стоимости объектов капитального строительства, финансируемых с привлечением средств федерального бюджета, нормы затрат труда рабочих и времени работы строительных машин не обладают достоверностью. Этот факт подтверждается экспертно-аналитическим докладом МОО «Союза инженеров-сметчиков» [9]. По итогам проводимого анализа установлено необоснованное снижение в одних расценках, а в других завышение затрат труда. Следовательно, мы можем утверждать о том, что количество установленных норм времени рабочих и машинистов, а также тарифные ставки и стоимость эксплуатации строительных машин в сборниках сметных нормативов не соответствуют реальности, что вызывает некоторую неопределенность. Рассмотрим состав прямых затрат более подробно — в качестве исходных данных для определения прямых затрат в локальных сметных расчетах (сметах) выделяются следующие ресурсные показатели:

$$ПЗ = Z_c + Э_m + M, \quad (2)$$

где Z_c — затраты на оплату труда рабочих (кроме затрат труда, учитываемых в стоимости эксплуатации строительных машин); $Э_m$ — стоимость эксплуатации строительных машин, в том числе оплату труда рабочих, обслуживающих машины; M — стоимость материалов, изделий и конструкций.

Затраты труда рабочих состоят из норм

времени на выполнение данного вида работ, среднего разряда рабочих и, соответственно, установленной для данного разряда оплаты труда в соответствии с тарифной ставкой. Предположим, что нормы времени являются случайной бинарной величиной, которая соответствует действительности с вероятностью равной $1/2$. Так как нами ранее установлено, что для бинарной случайной величины с вероятностью $P = 1/2$ энтропия равна около 2 бит, то мы можем предположить, что энтропия для норм времени содержит 2 бита информации. Оплата труда рабочих также является случайной бинарной величиной, вероятность ее достоверности также максимальна и равна $P = 1/2$, а энтропия также равна приблизительно 2 битам информации. Следовательно, при условии соответствия определенному разряду рабочих энтропия ресурса «затраты на оплату труда рабочих (кроме затрат труда, учитываемых в стоимости эксплуатации строительных машин)» содержит приблизительно 4 бита информации для одной нормы.

Затраты на эксплуатацию строительных машин определяются исходя из данных о времени использования (нормативная потребность) необходимых машин (маш.-ч) и стоимости 1 маш.-ч эксплуатации машин строительных машин $C_{\text{маш}}$ (руб.), которая определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{маш}} = A + B + Z + \mathcal{E} + C + \Gamma + P + \Pi, \quad (3)$$

где A — размер постоянных эксплуатационных затрат, нормативные амортизационные отчисления на полное восстановление машин, руб./маш.-ч; B — размер оплаты труда рабочих, управляющих строительными машинами, руб./маш.-ч; Z — размер затрат на замену быстроизнашивающихся частей, руб./маш.-ч; \mathcal{E} — размер затрат энергоносителей, руб./маш.-ч; C — размер затрат смазочных материалов, руб./маш.-ч; Γ — размер затрат гидравлической жидкости, руб./маш.-ч; P — размер затрат на все виды ремонтов машин, их техническое обслуживание и диагностирование, руб./маш.-ч; Π — размер затрат на перебазирование машин с одной стройплощадки (базы механизации) на другую строительную площадку, руб./маш.-ч.

Энтропия нормы времени используемых машин равна приблизительно 2 битам инфор-

мации. Для стоимости 1 маш.-ч эксплуатации машин строительных машин $C_{\text{маш}}$ определим энтропию $H(x)$ по формуле (1):

$$\begin{aligned} H(x) = & -[1/2\log_2 1/2 + 1/2\log_2 1/2 + \\ & + 1/4\log_2 1/4 + 3/4\log_2 3/4 + 3/4\log_2 3/4 + \\ & + 1/4\log_2 1/4 + 1/2\log_2 1/2 + 1/2\log_2 1/2]; \\ H(x) \approx & 3,62 \text{ бит.} \end{aligned}$$

Энтропия всего ресурсного показателя \mathcal{E}_m — стоимость эксплуатации строительных машин, в том числе оплата труда рабочих, обслуживающих машины равна $\approx 5,62$ бит.

Ресурсный показатель прямых затрат M — материалы имеет вероятность $P(x)$ очень близкую единице, так как сборник цен на материалы, изделия и конструкции нормативной базы содержит достаточный объем информации. Кроме того, есть возможность применения стоимости по прайс-листам и коммерческим предложениям, поэтому мы, в этом случае, можем утверждать, что у нас нет случайной величины и энтропия $H(x) = 0$.

Итак, мы определили энтропию прямых затрат в формуле (2) для ресурсов Z_c и \mathcal{E}_m , которая в сумме составляет 9,62 бит. Далее нам необходимо определить какую долю в этой сумме составляет совместная энтропия $H(x, y)$ и взаимная информация $I(x, y)$ между двумя случайными величинами X и Y , которая показывает, какое количество информации содержится в одной случайной величине относительно другой. Предположим, что X — это случайная величина для ресурса « Z_c — затраты на оплату труда рабочих», а Y — случайная величина для ресурса « \mathcal{E}_m — стоимость эксплуатации строительных машин».

Составим матрицу совместной вероятности между двух случайных величин X и Y (рис. 2), где X принимает значения 1 и 2, а Y , соответственно, а и в, согласно табл. 1. Значения P_x и P_y — это маргинальные вероятности случайных величин.

Вычисляем энтропию случайных величин $H(x)$ и $H(y)$ по формуле (1), вероятностями которых являются значения P_x и P_y соответственно:

$$\begin{aligned} H(x) &= -(1/2\log_2 1/2 + 1/4\log_2 1/4) = 1; \\ H(y) &= -(1/2\log_2 1/2 + 1/3\log_2 1/3) = 1,03. \end{aligned}$$

Условная энтропия X при условии Y , $H(x/y)$ равна:

$$\begin{aligned} H(x/y) &= \sum P_y(y) \cdot H(x/y_{\rightarrow y}) = \\ &= 1/2H(x/y_{\rightarrow a}) + 1/4H(x/y_{\rightarrow b}). \end{aligned} \quad (4)$$

Таблица 1

Обозначения и соответствующие величины

обозначение	$X - Z_c$ затраты на оплату труда рабочих (кроме затрат труда, учитываемых в стоимости эксплуатации строительных машин)	обозначение	$Y - \mathcal{E}_m$ стоимость эксплуатации строительных машин, в том числе оплата труда рабочих, обслуживающих машины
1	норма времени	a	время эксплуатации
2	тарифная ставка	b	стоимости 1 маш.-ч эксплуатации машин

$x \backslash y$	1	2	P_x
a	1/44	1/64	1/2
b	1/46	1/86	1/4
P_y	1/2	1/3	

Рис. 2. Матрица совместной вероятности между двух случайных величин X и Y

При этом:

$$H(x/y_{=a}) = -\sum P(x/y_{=a}) \cdot \log_2 H(x/y_{=a}). \quad (5)$$

Тогда получаем:

$$= -[1/22 \log_2 1/22 + 1/32 \log_2 1/32] = 0,35;$$

$$= -1/12 \log_2 1/12 + 1/22 \log_2 1/22] = 0,51.$$

Подставляем полученные значения в формулу (4) и определяем долю энтропии, которую имеет величина X при условии Y , $H(x/y) = 0,86$.

Аналогичным образом находим условную энтропию Y при условии X , $H(y/x)$:

$$H(y/x) = \sum P_y(y) \cdot H(y/x_{=x}) = 1/2 H(y/x_{=1}) + 1/3 H(y/x_{=2}). \quad (6)$$

$$1/2 H(y/x_{=1}) = -[1/22 \log_2 1/22 + 1/32 \log_2 1/32] = 0,20 + 0,15 = 0,35;$$

$$1/3 H(y/x_{=2}) = -[1/22 \log_2 1/22 + 1/29 \log_2 1/29] = 0,2 + 0,15 = 0,35.$$

Получаем $H(y/x) = 0,70$.

Далее, вычисляем совместную энтропию по формуле (7):

$$H(x, y) = H(x) + H(y/x). \quad (7)$$

Получаем $H(x, y) = 1,7$.

Взаимную информацию вычисляем по формуле (8):

$$I(x, y) = H(x) + H(y) - H(x, y) = H(x) - H(y/x). \quad (8)$$

Получаем $I(x, y) = 0,3$.

Таким образом мы получаем, что энтропия X при условии Y , $H(x/y)$ равна 4 бит $\cdot 0,86 = 3,44$ бит, а энтропия Y при условии X , $H(y/x)$ равна $-5,62 \cdot 0,7 = 3,93$ бит, совместная энтропия $H(x, y)$ равна 7,37 бит, а взаимная информация равна 2,25 бит.

Из проведенного анализа мы определили, что в одном нормативе (расценке) сметно-нормативной базы имеется энтропия (неопределенность), которая равна минимум 7,37 бит информации.

Литература

1. Реньи А. Трилогия о математике. — М.: МИР, 1980.
2. Вальтух К. К. Информационная теория стоимости и законы неравновесной экономики. — М.: Янус-К, 2001.
3. Клейнер И. Теория информации. Курс лекций. [Электронный ресурс] / YouTube: Канал И. Клейнера. — Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=R0530QVKrVo&index=3&list=PLUfHxBkkFMSnSnQTvwVTrUhsuocO0Ap5P>, свободный.
4. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории РФ. Методическая документация. — М.: Госстрой России, 1999.

5. МДС 81-1.99. Методические рекомендации по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплате труда рабочих. Методическая документация. — М.: Госстрой России, 1999.

6. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Общие положения. ЕНиР Госстрой СССР, 1986.

7. Ардинов В. Д., Барановская Н. И., Курочкин А. И. Сметное дело в строительстве. — М.: Питер, 2009.

8. Анализ деятельности Главного управления государственной экспертизы, Федерального центра ценообразования в строительстве и промышленности строительных материалов. // Бюллетень Счетной палаты РФ. — 2015. — №4 (208). [Электронный ресурс] / Счетная палата РФ. — Режим доступа: <http://www.audit.gov.ru>, свободный.

9. Горячкин П. В., Айрапетян Н. Э. Анализ сметно-нормативной базы ценообразования в строительстве Минстроя России в новой редакции 2014 года. Экспертно-аналитический доклад. — М., 2014.

Поступила в редакцию

15 июня 2015 г.



Ольга Николаевна Калинина — инженер-сметчик ООО «Проектно-строительная компания «Центр инженерных технологий» (ООО «ПСК ЦИТ»). Соискатель кафедры «Производственный и инновационный менеджмент» ЮРГПУ (НПИ).

Olga Nikolaevna Kalinina — quantity surveyor at the «Design and Construction Company «Center for the Engineering Technologies» SLL. Competitor for the Candidate's degree at the SR-SPU (NPI) «Production Management and Management of the Innovations» department.

344041, г. Ростов-на-Дону, ул. Филимоновская, 252
252 Filimonovskaya st., 344041, Rostov-on Don, Russia
Тел.: +7 906 419 08 57; e-mail: Olga_Kalinina579@mail.ru