

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 658.562

<https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-54-59>СИСТЕМА ГЛУБИННЫХ ЗНАНИЙ Э. ДЕМИНГА
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИПротасьев В.Б.¹, Аникеева О.В.², Исламова О.В.³, Червяков Л.М.²¹ Тульский государственный университет, Тула, Россия² Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия³ Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия

Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы): в статье рассмотрена актуальная для России проблема производства качественной продукции. Обоснована необходимость изучения выявленных причин снижения надежности отечественной промышленной продукции. **Цель работы:** изучение причин использования в обратном направлении системы глубинных знаний Э. Деминга, изначально направленной на повышение качества промышленной продукции. **Используемые методы:** применялись положения системы глубинных знаний Э. Деминга. Геометрическое моделирование составляющих системы глубинных знаний осуществлялось с помощью диаграмм Венна, методов и аспектов теорий познания и варибельности. Для исследования функционирования производственных систем и выпускаемой продукции была реализована методика оценки их состояния по критерию сигнал/шум. Для оценки качества производственных систем использовались методы Тагути. **Новизна:** изучены причины обратного использования системы глубинных знаний Э. Деминга. Предложен подход к оценке надежности технической продукции по T -критерию Тагути. **Результат:** рассмотрена структура системы глубинных знаний, содержание ее составляющих и их возможности. Найдены причины снижения надежности современной техники, приведены примеры умышленного снижения показателей этого свойства. Показано, что при несомненных достоинствах системы в задачах повышения качества ее используют и в обратном направлении. Отмечено, что система глубинных знаний может использоваться для оценки технического совершенства продукции и качества ее изготовления. **Практическая значимость:** в результате интерпретации критерия сигнал/шум предложен подход к оценке продукции, при котором необходимо учитывать не только уровень ее проектных значений показателей, но и следующие характеристики: переход параметров продукции из постоянных в переменные, увеличение или снижение общего числа используемых параметров. Такой подход позволит не допускать как недооценку качества продукции, так и завышение ее показателей.

Ключевые слова: надежность техники, система глубинных знаний, оценка качества, «сигнал/шум».

Введение

Проблема производства качественной продукции в РФ приобрела актуальность не только потому, что советскую и российскую технику с помощью западной идеологии и попустительства отечественных политологов оценивали как отстающую и ненадежную, но и по причине того, что зарубежная техника, в массовом порядке поступившая на рынки нашей страны, не оправдала ожидания потребителей, так же как и продукция современных российских предприятий.

В первую очередь, потребителей не удовлетворяют надежность и долговечность техники. Не секрет, что советская бытовая техника, холодильники, стиральные машины, легковые и грузовые

автомобили и многие другие образцы отличались поразительной живучестью, ремонтоспособностью и долговечностью.

Советская военная техника по этим параметрам практически не имела конкурентов, и даже новые образцы, изготавливаемые в период Великой Отечественной войны в условиях дефицита времени и средств, быстро достигали необходимых параметров надежности.

Использование положений системы
глубинных знаний Э. Деминга

Причину беспокойства потребителей следует рассматривать, используя положения системы глубинных знаний Э. Деминга [1,2], графическая интерпретация которой показана с помощью диаграмм Венна на рис. 1.

Область системы ограничивается криволинейным четырехугольником $a-b-c-d$, в котором

© Протасьев В.Б., Аникеева О.В., Исламова О.В., Червяков Л.М., 2019

выполняется логическая взаимосвязь четырех базовых параметров:

- понимание системы;
- знания в области психологии;
- понимание теории вариабельности;
- основы теории познания.

Вначале рассмотрим психологические аспекты, с помощью которых, по нашему мнению, формируются требования к параметрам качества продукции. В зависимости от финансовых возможностей потребители приобретают либо более надежную продукцию, которая в полном объеме соответствует функциональному назначению, либо более дорогую за счет повышения ее эргономических характеристик и технического дизайна.

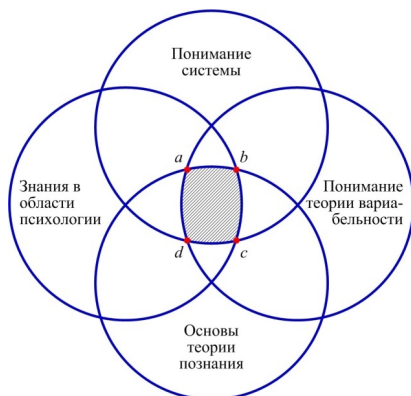


Рис. 1. Диаграмма Венна: система глубинных знаний Э. Деминга

В СССР, особенно в послевоенное время, стремились, в первую очередь, наполнить рынок самой необходимой техникой, и эргономические характеристики не имели решающего значения. По мере насыщения рынка внимание уделялось более эксклюзивной продукции, но никогда не ставились задачи умышленного снижения ее надежности.

Такие задачи, судя по фактическому пополнению дел, возникают в настоящее время, когда самая современная стиральная машина работает около трех лет, автомобили стремятся продать тоже года через два, три с тем, чтобы приобрести новые.

Таких примеров множество, но приведем один из них, проанализировав конструкцию бытовой мясорубки фирмы «Milines».

Дизайн, эргономика, цена этой продукции,

конструктивная схема нарежаний не вызывают, но рассмотрим некоторые очень важные узлы.

Устройством мясорубки с электроприводом пояснений не требует, поэтому проанализируем исполнительный узел — соединение вращающегося четырехперого ножа с транспортирующим размельчаемым сырьем шнеком (рис. 2).

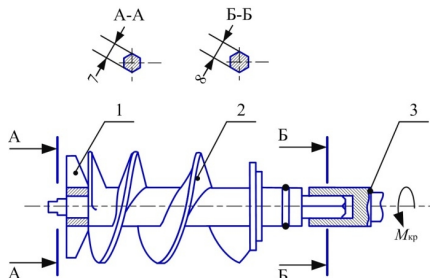


Рис. 2. Шнек с установленным ножом и муфтой

Крутящий момент $M_{кр}$ передается путем контакта внутреннего шестигранника ножа (поз.1) с наружным шестигранником шнека (поз. 2).

Нож выполнен из инструментальной стали типа отечественной марки ХВГ, а шнек — из высокопрочного алюминиевого сплава, отечественным аналогом которого можно принять сплав D16T.

Максимальные нагрузки возникают в сечениях А-А и Б-Б, которые показаны без охватывающих элементов, т.е. ножа (поз.1) и муфты (поз.3), соединенной с электродвигателем через редуктор.

Разница в пределах прочности стали ($\delta_{1B}=590..690$ МПа) и сплава D16T ($\delta_{1B}=450..480$ МПа) весьма существенная, и можно ожидать, что шестигранники на шнеке (сечения А-А и Б-Б на рис. 1) потеряют работоспособность в первую очередь, и потребует замена самой сложной детали — шнека.

С позиции здравого смысла совершенно непонятно, почему размеры шестигранника в сечениях А-А занижены в сравнении с сечением Б-Б.

С учетом возможностей современного точного литья [3–5] и невысоких требований к соосности шестигранников и винтовой поверхности шнека, напрашивается использование шестигранника с постоянным сечением из нержавеющей стали (рис. 3), который обеспечит практически неограниченный ресурс эксплуатации.

Ослабление сечения А-А вызвано только желанием снизить срок эксплуатации с тем, чтобы потребители постоянно приобретали такую тех-

нику, обеспечивая заказами фирму-изготовителя.

Такая политика противоестественна, но, к сожалению, она реализуется в технических устройствах самого различного назначения.

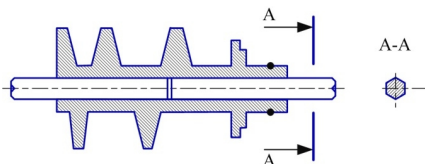


Рис. 3. Шнек с использованием шестигранного сердечника

Возвращаясь к диаграмме Венна (см. рис. 1), можно заключить, что психологическая установка в приведенном примере дала явный перекос. Конструктор без внешнего давления такое решение предложить не мог.

Приведенный негативный пример не одинок, – повсюду наблюдается увлечение дизайном в ущерб функциональным характеристикам. Резюмируя, отметим, что система глубинных знаний, направленная на повышение качества, используется в обратном направлении.

Разработка подхода к оценке качества продукции

Теория вариальности получила развитие в работах «мастера качества» Г. Тагути. Предложенный им критерий сигнал/шум наиболее эффективен и универсален для оценки качества функционирования производственных систем и выпускаемой продукции [6].

Подробная методика оценки по этому критерию изложена в работах [7, 8]. В данной статье сделаем акцент на производственный смысл параметров «сигнал» и «шум».

Сигнал, по-нашему мнению, оценивает возможность операции, продукции, процессов или производственной системы в целом. Это возможности, которые может реализовать производство. В значительной степени высокое значение сигнала свидетельствует о правильности объекта, т.е. его конструктивного или технологического совершенства.

Этот параметр в работах [7, 8] определяется сравнением единичных показателей качества (ЕПК) у конкурирующих производителей, причем при этом учитываются весовые коэффициенты ЕПК. Отметим, что при сравнении умышленно не рассматриваются технологические аспекты, – они используются при определении параметра «шум».

Шум оценивает вариабельность выходных данных по каждому ЕПК, и далее эти значения обобщаются. В итоге, критерий сигнал/шум приобретает тот же самый смысл, что и качества в системе допусков и посадок, – с его помощью оценивается точность, обеспечиваемая при изготовлении.

Поясним это сравнение на примере. Сравним допуски (вариабельности) отверстий шестого и девятого квалитетов точности при одном и том же номинальном значении, например $\varnothing 20H6$ и $\varnothing 20H9$. Номинальные значения будем использовать как значения сигнала, а допуски как значения шума.

Полученные данные интерпретированы графически на рис. 4, где умышленно увеличен масштаб по оси «шум».

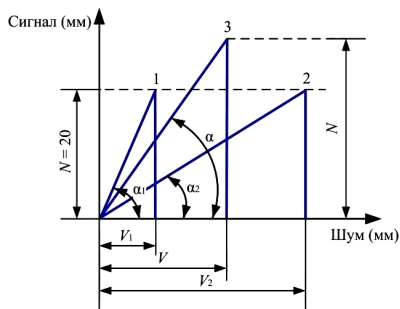


Рис. 4. Графическая интерпретация критерия сигнал/шум

Номерами 1 и 2 отмечена продукция с одним номинальным значением и различной вариабельностью, а номером 3 – произвольное сочетание сигнал/шум.

Условно обозначив вариацию номинальных значений как V , запишем для рассматриваемых номинальных значений $N=20$ и произвольного значения N формулы для расчета критерия сигнал/шум:

$$T = \frac{\text{сигнал}}{\text{шум}} = \frac{N}{V}; \tag{1}$$

$$T_1 = \frac{20}{V_1} = \frac{20}{0,013} \approx 1538; \tag{2}$$

$$T_2 = \frac{20}{V_2} = \frac{20}{0,043} \approx 465, \tag{3}$$

где $V_1=0,013$ и $V_2=0,043$ – допуски на шестой и девятый квалитеты при $N=20$.

Судя по графикам (см. **рис. 4**), T -критерий (обозначается так по первой букве фамилии Г. Тагути) является тангенсами углов α_1 ; α_2 и α .

Продукция 1 лучше, чем 2, т.к. при одном значении $N = 20$ вариабельность $V_1 > V_2$, продукция 3 занимает промежуточное положение.

T -критерий – величина безразмерная, поэтому сигнал и шум измеряются в одинаковых единицах. Сравнимая продукция должна быть однородной. Идеология вариабельности является основой робастного проектирования [9,10], для реализации которого в РФ разработан проект национального стандарта [11].

В предложенной интерпретации T -критерий является отношением правильности и точности:

$$T = \frac{\text{правильность}}{\text{точность}}. \quad (4)$$

T -критерий является универсальным, поскольку всесторонне оценивает объекты анализа, он может использоваться, не изменяя своей сути при экспертных и аналитических оценках [12]. По мнению Г. Тагути, его достаточно для анализа качества, и этот критерий должны определять в СМК, а не плодить многочисленные и бессмысленные количественные показатели.

Возвращаясь к примеру (см. **рис. 1**), отметим, что при оценке надежности по T -критерию сразу выявится низкий уровень сигнала, даже в сравнении с советской довоенной продукцией.

Оценка по T -критерию не позволяет продвигать на рынок продукцию сомнительного качества и обеспечить производство заказов, которые, по справедливости, оно не заслуживает.

Теория познания, по нашему мнению, базируется на принципе научного обобщения [13], в основе которого заложены следующие условия.

Например, теория проектирования произвольного объекта содержит n постоянных и m переменных параметров при сумме параметров $N=n+m$. Такой вариант показан в строке 1 **таблицы**.

Если в результате исследований несколько постоянных величин K перешло в разряд переменных, при сохранении общего числа параметров n , то это более высокий уровень обобщения, признака которого приведены в строке 2 **таблицы**.

Сочетание количества постоянных и переменных параметров в теории познания

| Параметры | | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Постоянные | Переменные | Сумма параметров |
| n_1 | m_1 | $n_1 + m_1$ |
| $n_1 - k = n_2$ | $m_1 + k = m_2$ | $n_1 + m_1 = n_2 + m_2$ |
| $n_2 + p$ | $m_2 + t$ | $n_2 + m_2 + p + t$ |

Если во втором варианте число постоянных величин возросло на P единиц, а число переменных выросло на t единиц, то это в данном случае наивысший уровень научного познания. Этот вариант показан в строке 3 **таблицы**.

Схема приведения третьего варианта к первому имеет вид

$$\begin{aligned} n_1 + m_1 + p + t &\rightarrow (p = 0; t = 0) \rightarrow n_2 + m_2 \rightarrow \\ &\rightarrow (K = 0) = n_1 + m_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Оценивая продукцию, необходимо учитывать, на каком уровне находится теория проектирования продукции, характеризуется ли она переходом параметров из постоянных в переменные или увеличением общего числа используемых параметров. Такой подход позволит не допускать как недооценку продукции, так и преувеличение ее возможностей. По нашему мнению, такие данные следует использовать в рекламной информации, поскольку это данные анализа уровня правильности, возможностей продукции, а не пиар-ходов, над которыми грамотные потребители просто смеются.

В данных авиационной военной техники давно используют градацию: 3, 4, 4+, 5. При рекламе бытовой и ей подобной техники такой подход тоже необходим.

Понимание системы по уровню значимости не менее, а, скорее, более важно, чем рассмотренные ранее составляющие диаграммы Венна (см. **рис. 1**). Их можно изучать и понимать, но без интегрирования их в систему положительный эффект в области качества будет минимален.

Признаками системного подхода должны быть: справедливая для внешних и внутренних потребителей цель, понимание и восприятие этой цели обществом, оценка взаимосвязей системы не только на «своей» фирме, но и в решении государственных социальных, оборонных и иных задач.

Заключение

В последнее время базовым признаком наличия системы является техническая совместимость составляющих ее параметров [14], и решение этой задачи заслуживает самого пристального внимания.

Приведенный пример с мясорубкой, когда система умышленно работает в негативную сторону, показывает, что в любых задачах, а особенно в области обеспечения качества, есть два варианта, – это получение справедливой и незаконной прибыли.

Считаем, что второй вариант должен пресе-

каяться государственными органами на всех уровнях. Рыночными отношениями нужно управлять квалифицированно.

Список литературы

1. Деминг У.Э. Выход из кризиса. Тверь: Альба, 1994. 498 с.
2. Haughey B. Linking Design Reviews with FMEA to Quickly Mitigate the Risk of Change ... Design Review Based on Failure Modes. Annual reliability and maintainability symposium (RAMS), Orlando, FL (2017).
3. Dil E.J., Ben Dhib F., Aiji A. Modeling the effect of nanoplatelets orientation on gas permeability of polymer nanocomposites // *Polymer*. 2019, vol. 168, pp. 126–130. doi: 10.1016/j.polymer.2019.02.024.
4. Chen S.H., Ho Y.L. Lifespan of super-alloy Waspaloy cutting tools // *Heliyon*. 2019, vol. 5, no. 4. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01388.
5. Lei Z.F., Su W.B. Research and Application of a Rolling Gap Prediction Model in Continuous Casting // *Metals*. 2019, vol. 9, no. 3. doi: 10.3390/met9030380.
6. Rajyalakshmi K., Nageswara Rao Boggarapu. Expected range of the output response for the optimum input parameters utilizing the modified Taguchi approach // *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures* 15 (2): 508–522 (2019).
7. Протасьев В.Б., Плахотникова Е.В., Истоцкий В.В. Пример реализации методики оценки состояния производственных систем по критерию сигнал/шум при производстве твердосплавных борфрез // *Вестник БГТУ*. 2019. № 1 (74). С. 15–19.
8. Протасьев В.Б., Плахотникова Е.В., Литвинова И.В. Методика оценки состояния производственных систем по критерию «сигнал/шум» на примере технологических процессов изготовления продукции из пружинных заготовок // *Черные металлы*. 2018. № 6. С. 20–25.
9. Nejadseyfi O., Geijselaers, H.J.M., van den Boogaard A.H. Evaluation and assessment of non-normal output during robust optimization // *Structural and multidisciplinary optimization*. 2019, vol. 59, no. 6, pp. 2063–2076. doi: 10.1007/s00158-018-2173-2.
10. Havinga J., van den Boogaard A.H., Klaseboer G. Sequential improvement for robust optimization using an uncertainty measure for radial basis functions // *Struct Multidiscip Optim* 55(4): 1345–1363 (2017).
11. ПНСТ 144-2016. Применение статистических методов к новым технологиям и процессам изготовления продукции. Робастные параметры продукции. Введ. 01.01.2017. М.: Стандартинформ, 2016. 42 с.
12. Kolahan F., Moghaddam M. Azadi. The use of Taguchi method with grey relational analysis to optimize the EDM process parameters with multiple quality characteristics // *Scientia Iranica* 22 (2): 530–538 (2015).
13. Большая советская энциклопедия. Т. 18. 3-е изд./ гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Сов. энциклопедия, 1978. С. 201.
14. Носенков А.А., Ковель А.А., Медведев В.И. Некоторые вопросы теоретического и инженерного обеспечения совместимости современной техники // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева*. 2003. № 4. С. 130.

Поступила 10.05.19

Принята в печать 17.06.19

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

<https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-54-59>

E. DEMING'S SYSTEM OF PROFOUND KNOWLEDGE AND THE POSSIBILITY OF ITS USE IN RUSSIA

Viktor B. Protasiev – Dr.Sci. (Eng.), Professor
Department of Tooling and Metrology Systems, Tula State University, Tula, Russia.

Olesya V. Anikeeva – Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor
Department of Standardization, Metrology, Quality Management, Technology and Design;
Southwest State University, Kursk, Russia. E-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru

Oksana V. Islamova – Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of Department
Department of Quality Management, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Russia.

Leonid M. Chervyakov – Dr.Sci. (Eng.), Professor
Department of Standardization, Metrology, Quality Management, Technology and Design;
Southwest State University, Kursk, Russia.

Abstract. Problem Statement (Relevance): This paper examines the problem of quality in manufacturing, which is of relevance in the Russian Federation. It also substantiates why it is necessary to look into the causes identified of reduced reliability of domestic industrial products. **Objectives:** To understand the reasons for reverse application of Deming's system of profound knowledge originally aimed at improving the quality of industrial products. **Methods Applied:** The provisions of Deming's system of profound knowledge were applied. Geometric

modelling of the system components was carried out using Venn diagrams, as well as methods and aspects of the knowledge and variability theories. To understand how production systems and products function, a method of assessing their state on the basis of the signal-to-noise criterion was implemented. Taguchi methods were used to analyse the quality of production systems. **Originality:** The authors looked at the causes for reverse application of Deming's system of profound knowledge. They also proposed an approach to assessing the reliability of tech-

nical products using the Taguchi *T*-criterion. **Findings:** This paper examines the system of profound knowledge, its structure, components and their capabilities. It identifies the causes of reduced reliability of modern machinery, and examples are given of the cases when reliability was deliberately lowered. It is shown that even though the system proves to be an effective quality improvement tool, it can have reverse application. It is noted that the system of profound knowledge can be used to assess the products and their quality. **Practical Relevance:** As a result of interpretation of the signal-to-noise criterion, an approach is proposed to assessing the products, according to which not only the level of the design values but also the following characteristics should be considered: transition of the product parameters from being constant to being variable, increase or decrease in the total number of parameters used. Such approach will help prevent both under- or overestimation of the product quality.

Keywords: Reliability of equipment, system of profound knowledge, quality assessment, signal-to-noise.

References

- Deming W.E. *Vykhod iz krizisy* [Out of the crisis]. Tver: Alba, 1994, 498 p. (In Russ.)
- Haughey B. Linking Design Reviews with FMEA to Quickly Mitigate the Risk of Change ... Design Review Based on Failure Modes. Annual reliability and maintainability symposium (RAMS), Orlando, FL (2017).
- Dil E.J., Ben Dhieb F., Ajji A. Modeling the effect of nano-platelets orientation on gas permeability of polymer nanocomposites. *Polymer*. 2019, vol. 168, pp. 126–130. doi: 10.1016/j.polymer.2019.02.024.
- Chen S.H., Ho Y.L. Lifespan of super-alloy Waspaloy cutting tools. *Heliyon*. 2019, vol. 5, no. 4. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01388.
- Lei Z.F., Su W.B. Research and Application of a Rolling Gap Prediction Model in Continuous Casting. *Metals*. 2019, vol. 9, no. 3. doi: 10.3390/met9030380.
- Rajyalakshmi K., Nageswara Rao Boggarapu. Expected range of the output response for the optimum input parameters utilizing the modified Taguchi approach. *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures* 15 (2): 508–522 (2019).
- Protasiev V.B., Plakhotnikova E.V., Istotskiy V.V. A method for analyzing the status of production systems based on the "signal-noise" criterion in carbide burr manufacturing: An example of practical implementation. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Bryansk State Technical University], 2019, no. 1(74), pp. 15–19. (In Russ.)
- Protasiev V.B., Plakhotnikova E.V., Litvinova I.V. Analysing the status of production systems based on the "signal-noise" criterion: A case study of the processes involved in the manufacture of products from bar stock. *Chemye metally* [Ferrous metals], 2018, no. 6, pp. 20–25. (In Russ.)
- Nejadseyfi O., Geijselaers, H.J.M., van den Boogaard A.H. Evaluation and assessment of non-normal output during robust optimization. *Structural and multidisciplinary optimization*. 2019, vol. 59, no. 6, pp. 2063–2076. doi: 10.1007/s00158-018-2173-2.
- Havinga J., van den Boogaard A.H., Klaseboer G. Sequential improvement for robust optimization using an uncertainty measure for radial basis functions. *Structural and Multidisciplinary Optimization* 55(4): 1345–1363 (2017).
- PNST 144-2016. *Primenenie statisticheskikh metodov k novim tehnologiyam i processam izgotovleniya produkcii. Robastnie parametri produkcii* [Applications of statistical and related methods to new technologies and product development processes. Robust parameters of products]. Introduced: 01.01.2017. Moscow: Standartinform, 2016. 42 p. (In Russ.)
- Kolahan F., Moghaddam M. Azadi. The use of Taguchi method with grey relational analysis to optimize the EDM process parameters with multiple quality characteristics. *Scientia Iranica* 22 (2): 530–538 (2015).
- Bolshaya sovetskaya entsiklopediya* [Great Soviet Encyclopedia]. Vol. 18. 3rd ed. Ed. by A.M. Prokhorov. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1978, p. 201. (In Russ.)
- Nosenkov A.A., Kovel A.A., Medvedev V.I. Some issues of theoretical and engineering support to ensure compatibility of modern technology. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva* [Bulletin of the Reshetnev Siberian State Aerospace University], 2003, no. 4, pp. 130. (In Russ.)

Received 10/05/19

Accepted 17/06/19

Образец для цитирования

Система глубинных знаний Э. Деминга и возможности ее использования в России / Протасьев В.Б., Анিকেева О.В., Исламова О.В., Червяков Л.М. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2019. Т.17. №3. С. 54–59. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-54-59>

For citation

Protasiev V.B., Anikeeva O.V., Islamova O.V., Chervyakov L.M. E. Deming's System of Profound Knowledge and the Possibility of its Use in Russia. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2019, vol. 17, no. 3, pp. 54–59. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-54-59>