

2. Плаксина, Л. Т. Инновационные технологии как способ проектирования профессионального будущего магистров сварочного производства / Л. Т. Плаксина. Текст: непосредственный // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании : материалы 24-й Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2019. – С. 378-380.

3. Плаксина, Л. Т. Особенности подготовки магистров в профессионально-педагогическом университете/ Л. Т. Плаксина. Текст: непосредственный // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве : сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. Б.Н. Гузанова. Екатеринбург : Ажур, 2019 – С. 214–218.

УДК 004.652.4:519.87

Полищук Ю. В.

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭНТРОПИИ БОЛЬШИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Юрий Владимирович Полищук

*Канд. техн. наук, доцент кафедры компьютерной безопасности и
математического обеспечения информационных систем, доцент*

youra_polishuk@bk.ru

Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

ON THE IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION ENTROPY EVALUATION PROGRAM FOR LARGE PRODUCTION SYSTEMS

Youra Polishuk

*PhD, Associate professor of computer security mathematical software and
information systems, Orenburg state university, Russia, Orenburg*

Аннотация. Рассмотрены особенности реализации программы оценки информационной энтропии для больших производственных систем. Выделены преимущества ее использования для группы лиц, принимающих решения.

Abstract. The features of the implementation of the program for evaluating informational entropy for large production systems are considered. The advantages of its use for a group of decision makers are highlighted.

Ключевые слова: информационная энтропия; большие производственные системы; принятия решений.

Keywords: informational entropy; large production systems; decision making.

Процесс эксплуатации больших производственных систем (БПС) сопряжен с необходимостью принятия управленческих решений, нацеленных на их эффективное функционирование. Под БПС будем понимать большие производственные системы, состоящие из совокупности предприятий и организаций, функционирующих как единое целое в рамках одного технологического процесса.

В процессе эксплуатации БПС фактографические данные о ее состоянии поступают к группе лиц, принимающих решения (ГЛПР) в виде формализованной информации от SCADA-систем и посредством электронных документов контент которых содержит фактографические данные.

Таким образом, фактографические данные к ГЛПР поступают с задержкой, обусловленной масштабом системы, следствием которой является расхождение между реальным состоянием БПС и его представлением в виде фактографических данных.

Для принятия корректных управленческих решений ГЛПР необходимо реализовать контроль за информационной энтропией для БПС или объекта, входящего в ее состав [1].

Для оценки информационной энтропии используем следующую зависимость [2]:

$$H_{\text{инф}} = -\log_2 \left(\frac{F_{\text{ст}}(Pa_{\text{ст}}, K_{\text{ст}}) + F_{\text{дин}}(Pa_{\text{дин}}, F_{\text{уст}}, K_{\text{дин}})}{2 \cdot F_{\text{ст}}(GPa_{\text{ст}}(T'_{\text{эксп}}), K_{\text{ст}}) + F_{\text{дин}}(GPa_{\text{дин}}(T'_{\text{эксп}}), F_{\text{уст}}, K_{\text{дин}})} + 0.5 \right), \quad (1)$$

где $F_{ст}, F_{дин}$ — функции, вычисляющие суммы произведений мощностей множеств соответственно статических и динамических (с учетом функции «устаревания») параметров на весовые коэффициенты;

$Pa_{ст}, Pa_{дин}$ — множества известных соответственно статических и динамических (с временем их существования) параметров системы;

$F_{уст}$ — функция «устаревания»;

$K_{ст}, K_{дин}$ — множества весовых коэффициентов, соответствующих статическим и динамическим параметрам;

$GPa_{ст}, GPa_{дин}$ — функции, генерирующие множества теоретически возможных соответственно статических и динамических параметров системы за указанный период;

$T_{эксп}$ — время эксплуатации системы.

Для автоматизации процесса оценки информационной энтропии с помощью зависимости (1) разработана программа «Оценка информационной энтропии», которая является удобным инструментом анализа состояния объектов системы для ГЛПР. Рассмотрим ее подробнее.

Для удобства применения программы она реализована посредством Web-интерфейса с использованием языка JavaScript и может быть использована ГЛПР удаленно с помощью интернет браузера.

Для демонстрации работы предлагаемой программы в качестве объекта рассмотрим коллекторно-лучевую систему сбора (КСС) продукции газоконденсатного месторождения в состав которой входят три скважины.

Основное окно программы «Оценка информационной энтропии» представлено на рисунке 1. На нем размещены управляющие кнопки для загрузки, сохранения и обновления данных, а также выпадающее меню для выбора искомой скважины. В представленном окне программы выводится информация о значении информационной энтропии по текущей скважине, а также общая информационная энтропия для КСС с учетом имеющихся динамических и всех существующих параметров.

Скважина К1-317

Дебит ГВК			Пластовое давление			Забойное давление			Конструкция
Дата	Теор. знач.	Практ. знач.	Дата	Теор. знач.	Практ. знач.	Дата	Теор. знач.	Практ. знач.	
0	1.00	1.00	0	10.0	-	0	3.00	-	Вес: 30
1	0.368	0.368	1	-	-	1	-	-	Запуск: 20.11.2010
2	0.243	0.243	2	-	-	2	-	0.729	Рельеф
3	0.177	0.177	3	1.77	-	3	0.531	-	Вес: 20
4	0.135	0.135	4	-	1.35	4	-	0.406	Энтропия
5	0.107	0.107	5	-	-	5	-	-	По скважине: 0.436
6	0.0863	0.0863	6	0.863	-	6	0.259	-	Общая (дин.): 0.452
7	0.0710	0.0710	7	-	-	7	-	-	Общая с СТ: 0.227
8	0.0591	0.0591	8	-	0.591	8	-	-	
9	0.0498	0.0498	9	0.498	-	9	0.149	0.149	
10	0.0423	0.0423	10	-	-	10	-	-	
11	0.0363	0.0363	11	-	-	11	-	-	
12	0.0313	0.0313	12	0.313	-	12	0.0939	-	
13	0.0272	0.0272	13	-	-	13	-	-	
14	0.0237	0.0237	14	-	-	14	-	-	
15	0.0208	0.0208	15	0.208	-	15	0.0624	0.0624	

Рисунок 1 — Основное окно программы «Оценка информационной энтропии»

Рассмотрим подробнее исходные данные для вычисления информационной энтропии КСС, которые для удобства представлены с помощью формата данных JSON (рисунок 2).

```

{
  "obsolescenceFunction" : "exp(-sqrt(T))*W",
  "endDate" : "13.12.2018",
  "relief" :
  {
    "title" : "Рельеф",
    "weight" : 20
  },
  "data" :
  {
    "k1_317" :
    {
      "meta" :
      {
        "startDate" : "20.11.2010",
        "title" : "Скважина К1-317"
      },
      "dynamicParameters" :
      {
        "GUK_Debit" :
        {
          "title" : "Дебит ГВК",
          "theoreticalPeriod" : 1,
          "weight" : 1,
          "measurementDate" : [ 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,100 ]
        },
        "layerPressure" :
        {
          "title" : "Пластовое давление",
          "theoreticalPeriod" : 3,
          "weight" : 10,
          "measurementDate" : [ 4,8,20,24,40,48,56,60 ]
        },
        "bottomholePressure" :
        {
          "title" : "Забойное давление",
          "theoreticalPeriod" : 3,
          "weight" : 3,
          "measurementDate" : [ 2,4,9,15,23,37,60,73 ]
        }
      },
      "staticParameters" :
      {
        "structure" :
        {
          "title" : "Конструкция",
          "weight" : 30,
          "startDate" : "20.11.2010"
        }
      }
    }
  }
}

```

Рисунок 2 — Фрагмент исходного файла программы для КСС

В исходном файле JSON для КСС определяется следующая информация:

- `obsolescenceFunction` — функция устаревания;
- `endDate` — дата оценки информационной энтропии для объекта;
- `relief` — общие статические параметры (в примере это рельеф);
- `title` — название для статического параметра;
- `weight` — вес статического параметра.

Далее в документе в разделе `data` описывается информация для всех скважин, входящих в состав КСС, включая данные об их динамических и статических параметрах. В примере (рисунок 2) представлено описание параметров для одной из скважин КСС — `k1_317`.

По динамическим параметрам скважин определена следующая информация:

- `title` — название динамического параметра;
- `theoreticalPeriod` — теоретический период между замерами в месяцах;
- `weight` — вес динамического параметра;
- `measurementDate` — месяцы в которых фактически получены параметры.

По статическим параметрам скважин определена следующая информация:

- `title` — название для статического параметра;
- `weight` — вес статического параметра;
- `startDate` — дата получения статического параметра.

Для расчета значения информационной энтропии КСС при добавлении новых значений параметров необходимо скорректировать дату оценки с помощью параметра в `endDate`.

В рассматриваемом примере функция «устаревания» сформулирована на основе экспоненциальной зависимости от времени их существования выбрана по аналогии с кривыми падения основных эксплуатационных показателей Оренбургского газоконденсатного месторождения:

Для учета изменений ценности значений динамических параметров используем функцию «устаревания» следующего вида [3]:

$$F_{\text{уст}} = \exp(-\sqrt{T}), \quad (2)$$

где T — число календарных месяцев с момента получения значения динамического параметра.

Таким образом, если значение динамического параметра получено в текущем месяце ($T=0$), то функция «устаревания» для него $F_{\text{уст}}=1$. Учет снижения ценности для динамических параметров БТС реализован путем умножения значения веса параметра на величину функции «устаревания».

Таким образом, полнота информации для динамических параметров оценивается по тому, как точно последовательность практических замеров следует теоретическим предписаниям с учетом устаревания их актуальности от времени, а для статических параметров — по их фактическому существованию.

Программа «Оценка информационной энтропии» позволяет ГЛПР задать для объекта характеризующие его состояния параметры, определить их вклад в минимизацию значения информационной энтропии с учетом их устаревания. В качестве преимуществ использования программы для ГЛПР стоит отметить автоматическое вычисление значения информационной энтропии, а также возможность сохранения и корректировок информации исходного файла.

Список литературы

1. Петров, Б. Н. Избранные труды. Том.1. Теория автоматического управления / Б. Н. Петров. — Москва : Наука, 1983. — 432 с.
2. Полищук, Ю. В. Мониторинг информационной энтропии в задачах описания больших технических систем / Ю. В. Полищук // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2015. — Т. 16, № 6. — С. 396–401.
3. Полищук, Ю. В. Взаимосвязь ценности и старения информации при управлении большими техническими системами / Ю. В. Полищук // Информационные технологии. — 2019. — Т. 25, № 6. — С. 381–384.