

К. С. Морозов, О. М. Котов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

o.m.kotov@urfu.ru

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе рассматриваются структура и решения, положенные в основу системы подготовки данных для программного комплекса расчета показателей структурной надежности электрических сетей «Струна». Разрабатываемая система существенно расширяет функциональность встроенной базы исходных показателей.

Ключевые слова: структурная надежность, электрическая сеть, расчетная схема, аварийность основного оборудования.

K. S. Morozov, O. M. Kotov

Ural Federal University, Ekaterinburg

DATA PREPARATION SYSTEM FOR CALCULATIONS OF ELECTRICAL SYSTEMS STRUCTURAL RELIABILITY

The report discusses the structure and solutions that form the basis of the data preparation system for the software complex for calculating the structural reliability indicators of electrical networks “Struna”. The developed system significantly expands the functionality of the built-in base of initial indicators.

Keywords: structural reliability, electrical network, design scheme, main equipment fault rate.

Одной из сфер использования программного комплекса «Струна» является оценка ожидаемого ущерба от недоотпуска электроэнергии при выборе вариантов развития электрических сетей, подстанций или систем электроснабжения [1, 2]. Опыт применения программного комплекса подтвердил достаточно высокую эффективность использования встроенной базы исходных показателей надежности, которая сокращает размер необходимой для

расчетов информации, в среднем, не менее чем на 40 %. Однако отсутствие возможности расширения номенклатуры оборудования и состава показателей в ряде случаев усложняет её использование для подготовки расчетных схем для конкретных объектов. В связи с этим признано целесообразным в состав актуализированной версии программного комплекса интегрировать систему подготовки данных, которая позволит адаптировать состав и значения показателей аварийности по типам используемого оборудования, поддерживать более дружелюбный интерфейс, а также обеспечить совместимость на уровне внешних файлов с существующей базой.

Для описания состава системы подготовки данных используется текстовый формат обмена данными – JSON (JavaScript Object Notation) [3]. Он основан на подмножестве языка JavaScript (способ создания объектов в JavaScript). Основными преимуществами хранения информации в таком формате является удобство чтения, а также простота при сериализации и десериализации сложных структур данных.

JSON – текст представляет собой одну из двух структур [4]:

а) Набор пар ключ: значение. Это может быть реализовано, как объект, запись, структура, словарь, хеш-таблица, список клавиш или ассоциативный массив:

Имя объекта {Имя поля: значение, ..., Имя поля: значение}

б) Упорядоченный набор значений. В большинстве случаев это реализуется как массив, вектор, список или последовательность:

Имя массива [значение, ..., значение]

Структуры данных, используемые JSON, поддерживаются любым современным языком программирования, что позволяет применять его для обмена данными между различными программными системами. В данном случае обмен будет производиться между программой для расчета структурной надежности «Струна» и текстовым файлом, содержащим описания исходных данных по показателям надежности основного оборудования электрических сетей. На рис. 1 приведен фрагмент текстового файла с описанием параметров кабельной и воздушной

линий, входящих в список «Линии».

```
{
  "Ветви": {
    "Линии": [
      {
        "Тип": "Кабельная линия",
        "Класс напряжения, кВ": "220",
        "Частота аварийных отказов (на 100км)": 0.5,
        ...
      },
      {
        "Тип": "Воздушная линия",
        "Класс напряжения, кВ": "110",
        "Частота аварийных отказов" (на 100км): 3.3,
        ...
      }
    ],
    ...
  }
}
```

Рис. 1. Фрагмент текстового файла

Каждый список, представленный в файле, соответствует одноименной таблице программы «Струна» (рис. 2). Состав и содержание элементов базы можно расширять с помощью специально разработанного интерфейса, а также, при необходимости, редактировать непосредственно в текстовом файле.

Данные для ветвей сети

▲ Линия

Уном	Тип	Частота неустойчивых отказов	Среднее время аварийного восстановления	Частота плановых ремонтов	Продолжительность планового ремонта	Частота устойчивых отказов
220	Кабельная линия	0.5	0.0045	1	0.0009	1
110	Воздушная линия	3.3	0.0005	5	0.001	1.4

▲ Выключатели

Уном	Тип	Частота отказов: Двухполюсное КЗ	Средн время авар восстановл	Частота плановых ремонтов	Продолжительность план ремонта	относительная частота пропуска КЗ	Частот отказов типа: разрыв цепи
110	Воздушный	0.1	0.0025	2	0.005	0.02	0.07

▷ Трансформаторы
▷ Разъединители

Рис. 2. Представление информации в программе «Струна»

Разрабатываемая с использованием формата JSON система подготовки данных позволяет создавать версии, соответствующие реальным электрическим сетям, а также добавлять информацию по аварийности для новых типов основного оборудования.

Список использованных источников

1. Надежность систем энергетики и их оборудования : справочник, в 4-х т. / под общ. ред. Ю. Н.Руденко. Т. 2. Надежность электроэнергетических систем / под ред. М. Н. Розанова. М. : Энергоатомиздат, 2000. 568 с.
2. Обоскалов В. П. Структурная надёжность электроэнергетических систем : учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2012. 196 с.
3. JSON [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON>
4. Введение в JSON [Электронный ресурс] URL: <https://www.json.org/json-ru.html> (дата обращения: 20.11.2020)