

• ⚡ •

*Авторами статьи предложена компьютерная система поддержки принятия решения при различных аварийных ситуациях в энергосистемах. Использование такой системы позволит повысить эффективность контроля параметров и управления режимами работы современных энергетических систем.*

• ⚡ •

**УДК 621.311**

**О.Г. Гриб**, докт. техн. наук,  
**О.Н. Довгалюк**, канд. техн. наук  
 Харьковская национальная академия городского хозяйства  
**А.Л. Ерохин**, докт. техн. наук,  
 Харьковский национальный университет радиоэлектроники

## **СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ**

Современные энергосистемы относятся к сложным системам кибернетического типа, построенным по иерархическому принципу и распределенным на значительной территории. На их работу оказывает влияние большое количество факторов, а параметры режимов носят стохастический характер. Процесс управления такими объектами является сложным, включает в себя сочетание централизованных и локальных методов, он основан на решении многоцелевых задач. В связи с этим необходимым и обоснованным для решения таких сложных задач является применение компьютерных систем.

Вопрос повышения эффективности оперативного управления энергетическими системами в условиях неопределенности остается важным на протяжении всего времени их существования. В последнее время много внимания уделяется одному из его аспектов – проблеме поддержки принятия решений в различных ситуациях [1-4].

Процесс управления можно разделить на управление в штатных режимах и нештатных ситуациях. В штатных режимах управление автоматизировано и вмешательство диспетчера требуется редко. Поэтому для таких режимов широко используются автоматизированные системы управления (АСУ), состоящие из удаленных терминалов, линий связи и разноуровневых систем машинной обработки данных.

В нештатных ситуациях действия АСУ неэффективны и основная роль в диагностике, оценке ситуации и принятии решения отводится диспетчеру. При этом для оценки возникшей ситуации, рассмотрения всех возможных вариантов решения и принятия оптимального решения по ее устранению требуется за очень короткие промежутки времени обрабатывать большое количество оперативной информации. Необходимо учитывать, что человеческие возможности ограничены и в такой ситуации существует вероятность принятия диспетчером неправильного решения. Такие действия во время возникшей чрезвычайной ситуации могут привести к тяжелым последствиям, включая угрозу человеческой жизни.

Учитывая это, целесообразным и перспективным является использование системы поддержки принятия решения (СППР), которые позволяют не только преодолеть барьер восприятия, обрабатывая значительно большее количество информации, но и значительно уменьшить влияние психологических факторов на принятие решения.

Как было отмечено, энергетическая система распределена на большой территории и имеет иерархически организованную структуру. Для эффективного управления данным объектом возникает необходимость создания системы управления, соответствующей требованиям:

- обладать распределенной структурой;

- иметь высокое быстродействие при работе с пространственными данными в реальном масштабе времени;
- осуществлять функции поддержки принятия управленческих решений как в штатных, так и в чрезвычайных ситуациях;
- взаимодействовать с другими информационными системами.

Управление энергосистемами включает следующие задачи:

- прогнозирование нагрузки;
- оптимизация режимов энергопотребления;
- диагностика аварии;
- принятие решения об устранении аварии;
- перераспределение нагрузки в аварийных режимах;
- прогнозирование аварийных ситуаций в энергосистеме;
- анализ причин аварии и выработка мер по их предотвращению.

Задачами новой СППР должны стать как регистрация штатных и нештатных событий в системе с возможностью визуализации для пользователей, так и оперативная оценка значимости отдельных составляющих возникшей ситуации, генерация возможных решений, оценка последствий и эффективности этих решений (количественные и качественные характеристики), выбор наиболее оптимального из решения (исходя из полученных характеристик).

Учитывая современные тенденции развития техники и технологий целесообразным является применением компьютерных СППР.

Программное обеспечение современной системы принятия решений в аварийной ситуации должно содержать:

- 1) подсистему принятия решения о факте предаварийной ситуации или аварии;
- 2) подсистему накопления кодов аварий и кодов предаварийных состояний;
- 3) подсистему выработки сценария ликвидации предаварийной ситуации или аварии.

Подсистема принятия решения о факте предаварийной ситуации или аварии основана на сравнении в реальном масштабе времени кодов сигналов энергосистемы и кодов, хранящихся в оперативной памяти. Распознавание аварии осуществляется за счет описания классов через определенные значения значащих признаков. Такими признаками являются матрицы параметров, хранящиеся в базе знаний в виде наборов предикатных уравнений, характеризующих балансы мощностей в системе, выход частоты их допустимого коридора и любые другие параметры контроля.

Подсистема генерации решения является интеллектуальной системой, основанной на базах знаний, составляющих одну из важнейших областей искусственного интеллекта [5]. Для ее реализации необходимо наличие моделей и методов получения, структурирования и извлечения знаний о параметрах режимов электрической сети.

Структурно подсистема выработки решения состоит из базы знаний аварийных ситуаций, модуля получения и обработки запроса с диспетчерского узла и производственного модуля. БЗ является распределенной и выполнена по Интернет-технологиям.

В основе компьютерной системы поддержки принятия решения лежит ядро геоинформационной системы (ГИС). Использование стандартного ГИС-пакета позволяет не только организовать распределенную в пространстве СУ, но и представлять информацию об энергетической системе как объекте управления в удобном для восприятия виде. Так схемы сетей различного уровня напряжения представлены отдельными слоями: схемы распределительных сетей низкого напряжения до 1000 В (С РСНН), схемы распределительных сетей среднего напряжения 6 – 35 кВ (С РССН), схемы питающих сетей высокого напряжения 110 – 750 кВ (С ПСВН), каждая из которых также разбиты на отдельные слои. При необходимости на монитор автоматизированного рабочего места диспетчера можно выводить только интересующие из них. Схемы сетей рассмат-

риваются с привязкой к реальной картографической характеристике местности и с учетом других инженерных систем, расположенных на этой территории.

Система поддержки принятия решений выполнена по модульному принципу. Программное обеспечение для нее основывается на базах знаний, которые в зависимости от вида текущего события предлагают диспетчеру различные готовые сценарии принятия решений. Это позволяет преодолеть барьер восприятия человека, а, следовательно, существенно сократить время оценки ситуации и принятия решения, т.е. повысить эффективность оперативного управления.

Согласно схеме, представленной на рис. 1., поддержка принятия решения осуществляется в такой последовательности. Модуль приема и первичной обработки информации о событии осуществляет регистрацию параметров режима работы системы. Через модуль получения и обработки запроса на диспетчерский узел поступает необходимая информация о схемах сетей и параметрах и их элементов: кабельных либо воздушных линиях электропередачи (П ЛЭП), трансформаторов и автотрансформаторов (П ТР), выключателей (П В), реакторов (П Р), компенсирующих устройств (П КУ), узлов нагрузок (П Н). По результатам схем и полученных параметров режимов работы составляется карточка текущего события.

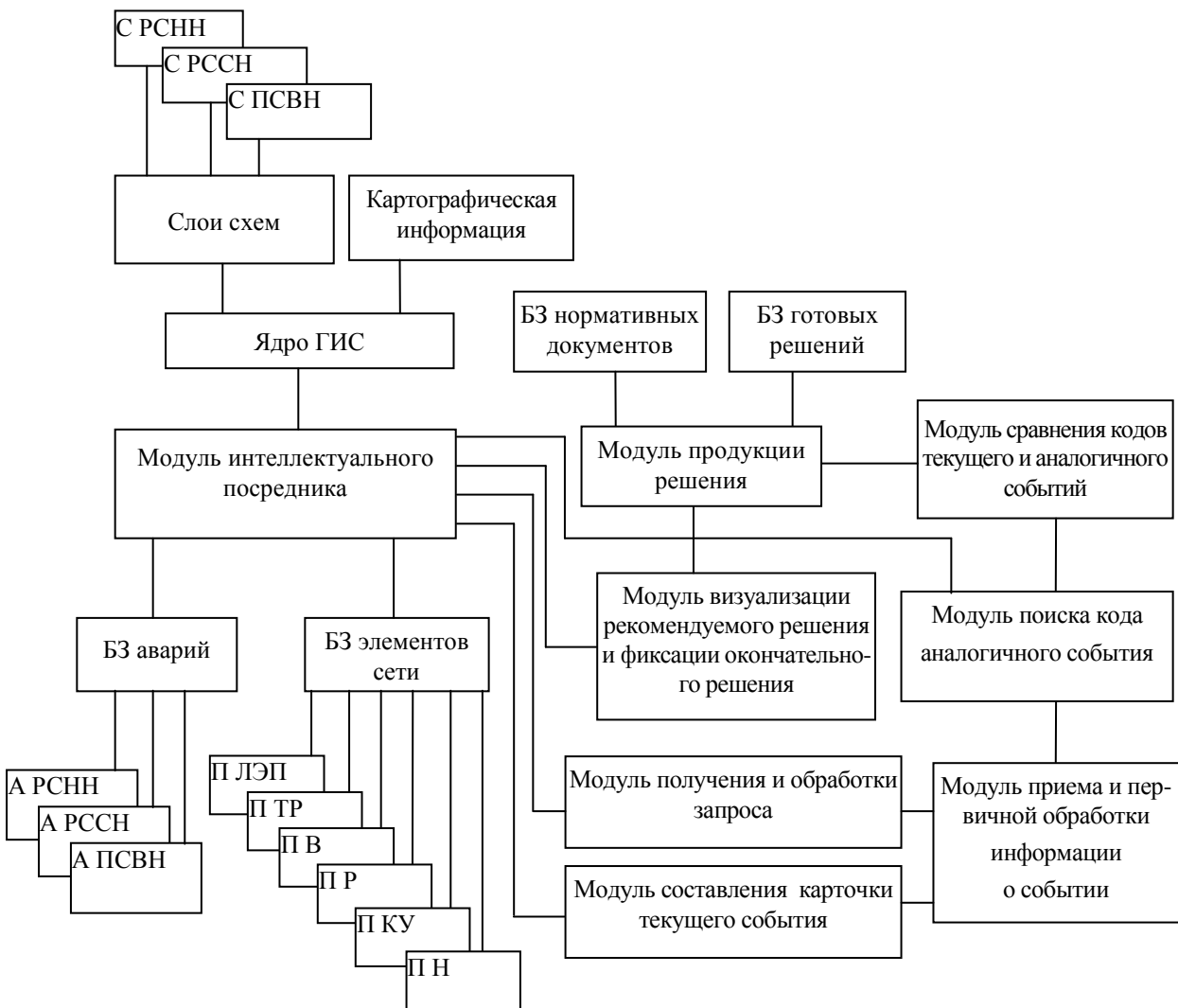


Рис. 1. Блок-схема компьютерной системы поддержки принятия решений

На основании значений параметров режима работы системы в следующем интеллектуальном модуле происходит поиск кода аналогичного события путем перебора карточек аварийных событий, хранящихся в базах знаний аварий (БЗ аварий). Базы знаний аварий разделены по виду аварии, по иерархической принадлежности сети: аварии в распределительных сетях низкого напряжения (А РСНН), в распределительных сетях среднего напряжения (А РССН), в питающих сетях высокого напряжения (А ПСВН). Доступ ко всем базам знаний осуществляется через модуль интеллектуального посредника. В следующем модуле код текущего события сравнивается с кодами выбранных аналогичных событий и рассматриваются возможные варианты решений по управлению в данной нештатной ситуации, используя накопленную ранее в аналогичных ситуациях информацию, хранящуюся в базе знаний готовых решений (БЗ готовых решений). В модуле продукции решения из рассматриваемых вариантов с учетом нормативных требований, представленных в базе знаний нормативных документов (БЗ нормативных документов), выбирается оптимальный в данной ситуации и предлагается диспетчеру. Диспетчер выступает лицом, принимающим окончательное решение, которое фиксируется и отправляется в базу знаний аварий.

К достоинствам такой СППР следует отнести:

- модульный принцип построения дает возможность быстрого наращивания вычислительных ресурсов;
- возможность использования в своей работе пакетов стандартных прикладных программ для обработки полученной информации.

Структурная схема предложенной СППР представлена на рис. 2.

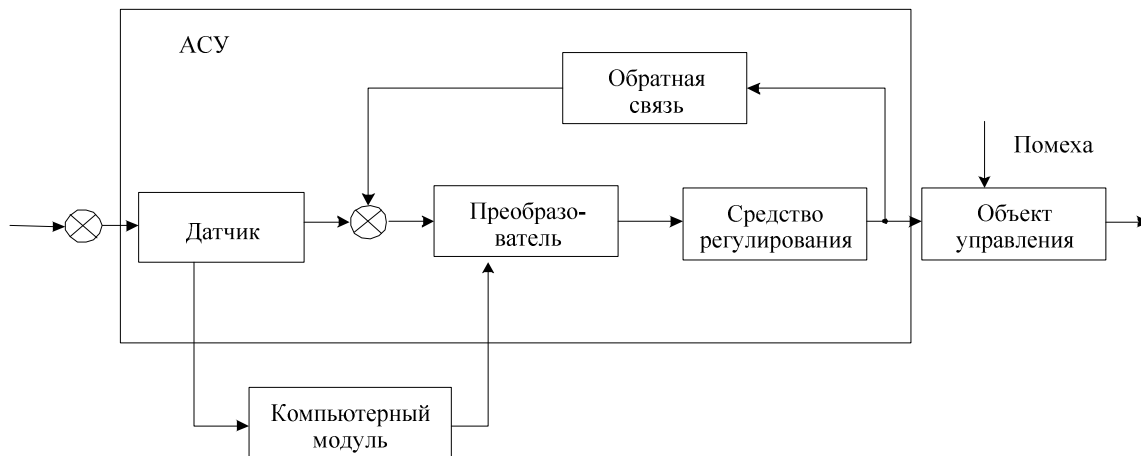


Рис. 2. Структурная схема системы поддержки принятия решения

Рассматриваемая СППР решает задачи о максимизации вероятности пребывания контролируемых параметров энергосистемы (напряжение, частота, мощность) в заданной области [6].

Значение величины оптимального управления определяется методом последовательных интервалов при задании граничных значений контролируемых параметров, шага по времени и координатам определения параметров.

Определение величины оптимальное управление СППР осуществляет, используя один из пакетов стандартных математических программ.

Таким образом, разработанная компьютерная СППР позволит повысить оперативность управления энергетическими системами как в нормальных, так и в аварийных

режимах их работы, а также, используя накопленный опыт предыдущей работы, прогнозировать возможные чрезвычайные ситуации и принимать верные управленческие решения по их устранению.

Применение таких систем для поддержки принятия решений позволит в дальнейшем выйти на качественно новый уровень управления сложными энергетическими системами.

### Литература

1. Геловани В.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Системный подход к интеграции методов компьютерного моделирования, систем искусственного интеллекта и телекоммуникаций для построения систем поддержки принятия решений в особых ситуациях // Третья международная конференция «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». - М.: Институт проблем управления. - 1995. - с. 6-7.

2. Черемісін М.М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. - Харків: Факт, 2005. - 192 с.

3. Гуль В.И., Минченко А.А., Нижевский В.И., Шевченко С.Ю. Эксплуатация электрических систем (отдельные вопросы). - Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. - 200 с.

4. Компьютерные информационные технологии в электроэнергетике: Уч. пособие / И.Г.Абраменко, О.Г.Гриб, О.Н.Довгалюк, Д.Н.Калюжный, К.М.Карпенко, А.В.Кольченко, В.И.Левин, Н.П. Пан, И.Н.Рябченко, Г.А.Сендерович. Под общ. редакцией О.Г.Гриба. - Харьков: ХГАГХ, 2003. - 170 с.

5. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский - СПб.: Питер, 2001. - 384 с., ил.

6. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления: Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк., 1998. - 574 с., ил.

### СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРИ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

О.Г. Гриб, О. М. Довгалюк, А.Л. Ерохін

*Авторами статті запропоновано комп'ютерну систему підтримки прийняття рішення при різних аварійних ситуаціях в енергосистемах. Застосування такої системи дозволить підвищити ефективність контролю параметрів та управління режимами роботи сучасних енергетичних систем.*

### SYSTEM OF SUPPORT DECISION MAKING AT EMERGENCIES IN POWER SYSTEM

O. G.Grib, O. N. Dovgalyuk, A. L.Erohin

*The computer system of support decision making under different emergencies in power system has been created authors of the article. Use of such system will allow to raise efficiency of the checking parameter and management state of working modern energy systems.*