

## ПОСТРОЕНИЕ СППР НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК–СРЕДА–МАШИНА»

М.И. Гальченко, к.т.н., А.Г. Гущинский

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (г. Санкт-Петербург, Россия)*

Задачи оптимизации распределения ресурсов на предприятиях АПК, формирования оптимального по количеству и качеству состава обслуживающего персонала, а также процесса обслуживания электромеханических систем связаны с надежностью системы «человек-среда-машина» и должны решаться совокупно. В условиях распределенных систем, например сетей передачи электроэнергии актуальность такого анализа становится все более очевидной в силу высокого уровня износа оборудования.

Анализ технического состояния оборудования не дает полной информации о реальном состоянии системы в силу того, что такая оценка надежности может считаться разве что оптимистической. Действительно, согласно оценке HSE, около 90 % всех происшествий на связаны в той или иной степени с отказом человека, как части рассматриваемой системы.

Более того, ряд авторов отмечает, что такого рода системы не могут строиться с использованием аппарата теории вероятностей. В первую очередь, это связано с особенностью мышления, а также особенностями восприятия данных человеком. Информационные величины, величины связанные с процессами в обществе носят качественно другой характер по отношению к физическим величинам, что приводит к не вполне корректной работе статистических моделей. Там же отмечается и некорректность использования статистических данных к процессам, в которых имеют место «масштабируемые величины». Более того, невозможность применения статистических массивов данных определяется и тем, что значительная часть происшествий, аварий, отказов систем не связанных с гибелью, травмами, а также большими финансовыми потерями фальсифицируется уже на этапе первичного сбора и анализа информации.

В условиях крайней необходимости учета надежности, мы оказываемся в ситуации, когда статистические данные существенно неполны, эффективность вероятностных моделей ставится под вопрос в силу наличия «человеческого фактора». Для моделирования процессов в электромеханических системах с участием человека (в основном обслуживающего персонала) представляется более эффективным использовать аппарат теории нечетких множеств как к оценке действий человека, так и к электромеханической системе. Такой подход даст возможность качественно оценивать надежность системы, а также отбирать оптимальные сценарии развития как технологической системы, так и обслуживающего персонала. Стоит задача построения СППР, содержащей три модуля: модуль оценки надежности человека, модуль оценки надежности оборудования, аналитический модуль.

Для оценки действий персонала и возможности совершения им ошибок мы предлагаем использовать результаты экспертных опросов, направленных на получение информации об относительной важности негативных факторов (PSF), присутствующих на рабочих местах обслуживающего персонала, предельных уровнях этих факторов, а также опроса персонала о степени выраженности данных факторов на рабочих местах. Для обработки может быть применен метод SAM, модифицированный в части оценки расстояний между множествами ответов экспертов.

Особый интерес в обработке данных представляет опрос, позволяющий оценивать потенциально опасные и опасные уровни PSF. Отметим, что субъективность восприятия уровней в данном случае не играет особой важности, так как оценивается не значение, а уровень, шкала которого задана некоторым набором лингвистических термов. Основную сложность представляет оценка комбинаций факторов: в нашем исследовании мы использовали 29 PSF, разделенных на шесть групп, что делает абсолютно невозможным прямой перебор групп факторов.

Мы предлагаем проводить построение области потенциально опасных факторов в два этапа: определение граничных точек для каждого из факторов в отдельности на первом этапе и расширение этой области за счет получения информации о комбинациях, отобранных из общей совокупности исходя из сведений об относительной важности групп факторов с последующей аппроксимацией полученных данных на оставшиеся. Это позволит уменьшить количество дополнительных вопросов в нашей модели до 15–20 к 29 имеющимся.

Для оценки состояния технической системы предлагается использовать метод построения нечетких деревьев отказов. Сбор информации о текущем состоянии системы, времени, затраченном на ликвидацию неисправностей, а также структуре и зависимостях в электромеханической системе дает возможность строить сценарии развития ситуации в динамике, с учетом возможных изменений в финансировании различных направлений (закупка оборудования, повышение квалификации персонала, изменение его состава).

Построение такой СППР имеет смысл только в том случае, если для конечного пользователя стоимость закупки будет незначительна, либо равна нулю. Более того, система должна быть расширяема по требованию заказчика. Данной модели более всего отвечает разработка и распространение по модели OSS под лицензией GNU GPL.

Так как система должна содержать мощный аналитический модуль, а также генератор отчетов мы считаем целесообразным вынос данного функционала на специализированную, уже существующую платформу. К дополнительным требованиям были отнесены: кросс-платформенность предлагаемой СППР, возможность работы в гибридных по используемым ОС сетях, возможность получения доступа к внешним БД и получению и отправке экспертной информации, простота в доработке. Приведенным критериям соответствует следующий набор программного обеспечения:

- MySQL — в качестве основной СУБД и MySQL Workbench, в качестве средства редактирования БД, администрирования и конструирования запросов;
- SQLite — в качестве СУБД для реализации и хранения БД модуля экспертных опросов, распространяемого отдельно от основной платформы;
- Lazarus — в качестве RAD для создания модулей экспертных опросов, работы со справочниками обслуживающего персонала и оборудования;
- KNIME — в качестве мощной аналитической платформы, содержащей генератор отчетов;
- LibreOffice — в качестве дополнительного средства доработки отчетов, включая дополнительные шаблоны и макросы.

В результате, задача построения СППР сводится к:

1. Разработке БД для хранения всей информации, конвертеров информации из внешних источников.
2. Разработке ПО для организации редактирования и пополнения информации об оборудовании, персонале; проведения экспертных опросов; построения деревьев отказов.
3. Построению шаблонов потоков KNIME, базовых отчетов в KNIME Report.

В настоящее время нами разработана БД, описана базовая арифметика нечетких чисел, а также ведутся активные работы по разработке модуля экспертных опросов.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРУДА И ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

*С. Гжелак, к.э.н., доцент*

*Высшая экономическая школа (г. Белосток, Польша)*

*Г.В. Хаткевич, ст. преподаватель*

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

Повышение производительности труда занимало лучшие умы человечества на протяжении столетий. В работах по истории экономических учений обычно отмечалось, что фактор производительного труда первым установил Ф. Кенэ (1694–1774) — основатель физиократической теории общественного богатства. Физиократы исходили из того, что производительным является труд, который создает «чистый продукт». Ф. Кенэ разделял общество на три класса: производительный, собственников и бесплодный. К первому классу он относил тех, кто обрабатывает землю, непосредственно занят в сельском хозяйстве; ко второму — короля, землевладельцев, церковь, т.е. тех, кто владеет землей, к третьему — всех остальных, в том числе рабочих, капиталистов, торговцев.

По мнению Ф. Кенэ, только крестьяне получают от земли больше, чем в нее вкладывают. Рабочие же лишь перерабатывают то, что получено от земли, природы, и создают ровно столько, сколько потребляют. Существенно по-иному трактовал понятие производительного труда А. Смит. Он видел источник увеличения богатства в общественно полезном труде по производству материальных благ.