

ФАКТОР НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ НАГРУЗОК УСТАНОВОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

А.Ф. Костюков

Невозможность предсказания электропотребления и влияния климатических факторов на него, предопределяет невозможность точной оценки износа электропроводок и точного определения вероятности аварийной ситуации. Наиболее рационально использование для оценки работоспособности установочных электропроводок математического аппарата теории принятия решений на основе процедур.

Ключевые слова: электропотребление, износ, работоспособность, аварийная ситуация, математический аппарат, принятие решений, определение вероятности.

В процессе эксплуатации установочные электропроводки подвергаются влияниям, переменных во времени локальных агрессивных факторов внешней среды, колебаниям климатических, тепловых, электрических, электромагнитных нагрузок, приводящих к ускоренному старению, деградации и, в конечном итоге, выходу из строя. Аварии в системах электроснабжения производственных сельскохозяйственных и бытовых помещений приводят не только к прекращению производственных процессов, пожарам, чреватым значительными материальными потерями, но и к возникновению электропоражений людей и животных, количество которых в нашей стране достигло угрожающих размеров.

Однако, при оценке работоспособности установочных электропроводок практически не применяются общепринятые в промышленности оценки надежности изделий и устройств в процессе эксплуатации. Технические нормативы надежности заменены техническими регламентами ПУЭ7 [1, п.1.8.27, п.1.8.40] и ГОСТ [2], подразумевающими постоянное присутствие человека.

Между тем, используя технические регламенты, невозможно прогнозировать наступление аварийной ситуации, принимать упреждающие решения по своевременному предотвращению нарушений электроснабжения. Разумеется, прекращение электроснабжения жилого сектора, школы, сельской больницы, животноводческого комплекса или зерноперерабатывающего объекта на несколько часов не создает катастрофических последствий, если возникающие аварии не сопровождаются искрением, возникновением электрической дуги, тепловыми разрушениями (вызывающими возгорание) и попаданием электрического тока на электропроводящие элементы, для этого не предназначенные, но

легко доступные, не подозревающему о том, персоналу [3].

Всероссийскими Строительными Нормами [4] установлены правила оценки физического износа строительных сооружений. В том числе установлено, что срок службы внутренней электропроводки жилых зданий и сооружений не может превышать 20 лет при скрытом монтаже и 40 лет при открытом монтаже в неагрессивной среде. В неотапливаемом вспомогательном помещении срок службы не должен превышать 15 лет. В помещениях с влажной, агрессивной средой (например, животноводческих помещениях) срок службы проводки также не может превышать 15 лет.

Целью исследования является оценка эффективности эксплуатации электропроводок, которая должна определяться, в первую очередь, обеспечением надежности и безопасности, с возможностью увеличения остаточного ресурса при приемлемых затратах на техническое обслуживание и ремонт. Достижение цели возможно при решении задач повышения надежности токопроводящих систем, разработки инструментальных средств диагностики и путем прогнозирования остаточного ресурса электропроводок.

Как известно, электропотребление в сфере обслуживания, в быту, производстве, за исключением непрерывных производств, является циклически-переменным. Проиллюстрируем это на примере сельской однокомнатной школы (Рисунок 1) и жилого дома (Рисунок 2) [5, 98-105]. Взяв зимний период с минимальным световым днем. В данном случае, летний период характер кривых изменяет не принципиально. Изменяется только амплитуда характеристик. Наиболее существенны изменения электропотребления в школе (Рисунок 1), приходящиеся на июль-

август, но, в остальном, зависимость остается неизменной.

Вид зависимости, показанный на рисунке 1, с незначительными отличиями, характерен также для сельскохозяйственных производств циклического действия: для животноводческих и птицеводческих ферм (предполагающих внестойловое содержание в летний период птицы и животных), зерноперерабатывающих производств, кормоприготови-

тельных производств, зернохранилищ и т.п. Из этого следует, что при оценке износа электропроводок на предприятиях сельскохозяйственного производства и сферы обслуживания, работающих в циклическом режиме, наиболее значимыми, по негативному воздействию на проводяще-изолирующую составляющую установочных проводов, является суточный период с 6 до 20 часов, независимо от климатического периода.

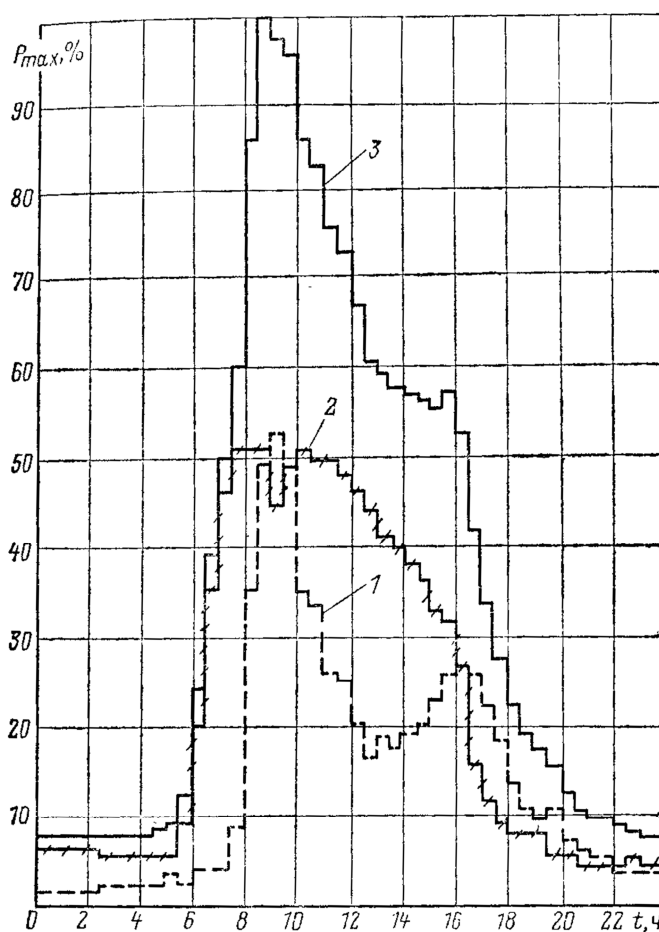


Рисунок 1 - Суточный режим электропотребления односменной школы с электрифицированным пищеблоком в зимний период

1 – осветительная нагрузка, 2 – силовая нагрузка, 3 – суммарная нагрузка

В жилом секторе (Рисунок 2) график суточной нагрузки имеет характерный «двугорбый» вид с пиком нагрузок в районе 7 – 9 часов и 18 – 23 часов, независимо от того - рабочий день или выходной. Причем «пик» с 7 до 9 часов, хотя и значителен, существенно меньше броска энергопотребления с 18 до 23 часов. Положение усугубляется тем, что невозможно достаточно достоверно предсказать климатические колебания температуры в годовом цикле и от года к году. Соответственно, невозможно предсказание электро-

потребления производством и населением, определяемое этим фактором, в обозримый период. Невозможность предсказания, электропотребления и влияния климатических факторов на него, предопределяет невозможность точной оценки износа электропроводок и точного определения вероятности аварийной ситуации [6]. Однако, поскольку климатические и нагрузочные отклонения возникают в каких то технически приемлемых пределах (исключая катастрофические), можно использовать для оценки износа элек-

ФАКТОР НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ НАГРУЗОК УСТАНОВОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

тропроводок, в условиях неопределенности, либо аппарат «нечеткой логики» [7], либо многокритериального принятия решений и экспертных оценок.

Сложность заключается в том, что, в данном случае, многокритериальность процесса разрушения электропроводки не может быть оценена однокритериальной оценкой «нечеткой логики». Проще говоря, динамический процесс не может быть определен с помощью статической оценки [8].

Кроме того, применение аппарата «нечеткой логики» предполагает замену технических (метрологических) параметров и оценок устройства или процесса чувственным восприятием. В нашем случае это не соответствует действительности. Все параметры электроснабжения могут быть обеспечены метрологически. Необходима лишь вероятностная оценка наступления того или иного события, а также весовая оценка этого события, т.е. применение человекомашинных процедур [9].

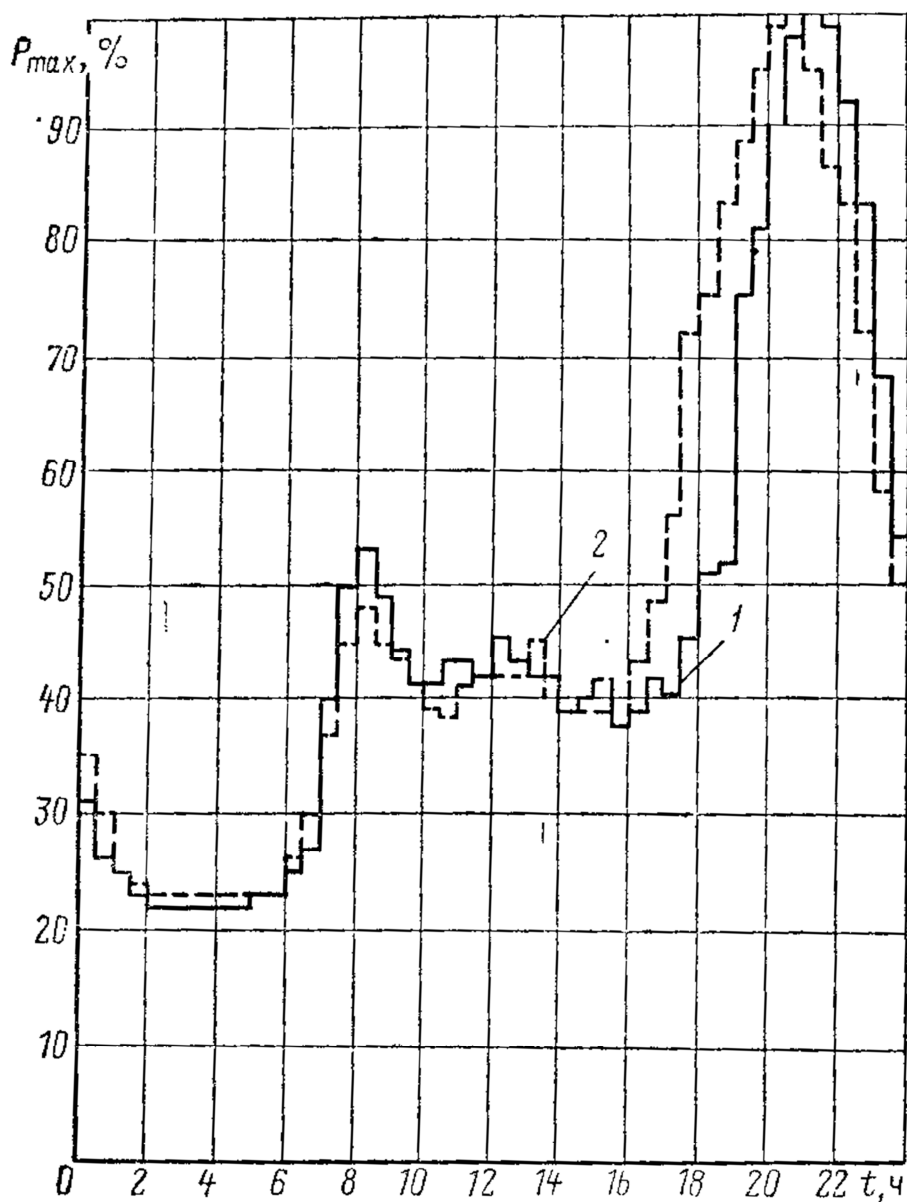


Рисунок 2 - Суточный режим электропотребления жилого здания с газовой плитой в зимний период

1 – будние дни, 2 – выходные дни

Недостатком теории многокритериального принятия решений и экспертных оценок, а также вероятностная оценка наступления того или иного события, весовая оценка этого события, постоянное использование «мозгового штурма» для оценки работоспособности установочных проводок, естественно, требует больших материальных затрат, связанных с метрологической регистрацией параметров проводки и привлечением высококвалифицированного персонала. Есть целый ряд процедур принятия решений, например, ELECTRE, EXPERT CHOISE, MAUT (Многоуровневая теория полезности), РИНГО, ЗАПРОС (Замкнутые процедуры у опорных ситуаций), МИЛС (Многоуровневая информационно-логическая структура) и т.п. [9], позволяющих оперативно оценить состояние систем в процессе их работы.

Таким образом, наиболее рационально использование для оценки работоспособности установочных электропроводок математического аппарата теории принятия решений на основе процедур, например, MATU (Multi-Attribute Utility Theory - многокритериальная теория полезности) [9,72-79].

Наличие этих и подобных им процедур позволяет создать довольно надежную систему предсказания аварийных ситуаций в электропроводящих системах на основе сравнения паспортных и реальных технических показателей системы. Автором уже подан ряд заявок на патентную защиту способов, решающих указанную задачу.

ВЫВОДЫ

1. При оценке работоспособности установочных электропроводок, практически, не применяются общепринятые в промышленности оценки надежности изделий и устройств в процессе эксплуатации. Технические нормативы надежности заменены техническими регламентами ПУЭ7, подразумевающими постоянное присутствие человека.

2. Всероссийскими Строительными Нормами установлены правила оценки физического износа строительных сооружений. В том числе установлено, что срок службы внутренней электропроводки жилых зданий и сооружений не может превышать 20 лет при скрытом монтаже и 40 лет при открытом монтаже в неагрессивной среде. В неотопляемом, вспомогательном помещении срок службы не должен превышать 15 лет. В помещениях с влажной, агрессивной средой (например, жи-

вотноводческих помещениях) срок службы проводки также не может превышать 15 лет.

3. Используя технические регламенты, невозможно прогнозировать наступление аварийной ситуации, принимать упреждающие решения по своевременному предотвращению нарушений электроснабжения.

4. Поскольку климатические и нагрузочные отклонения возникают в каких то технически приемлемых пределах (исключая катастрофические), можно использовать для оценки износа электропроводок, в условиях неопределенности, методы многокритериального принятия решений и экспертных оценок.

5. Наиболее рационально использование для оценки работоспособности установочных электропроводок математического аппарата теории принятия решений на основе процедур, например, MATU (Multi-Attribute Utility Theory - многокритериальная теория полезности).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок ПУЭ7. Нормативно-технический сборник. - М. : Минэнерго, 2003.
2. ГОСТ Р 50571.15-97. Электропроводки. (стандарт МЭК 364-5-52 (1993) «Электрические установки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки»).
3. Федеральный закон Российской Федерации о пожарной безопасности, № 230 – ФЗ от 18.10.2007.4. ВСН53-86(Р). Правила оценки физического износа жилых зданий. М., Госгражданстрой, 1988.
5. Тульчин И.К., Нудаер Г.И. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий. М., Энергоатомиздат, 1990. – 480 с.
6. РМГ 91-2009. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы.
7. Zadeh L. Fuzzi sets //Information and Control. – 1965 - № 8 - Р 338 – 353.
8. ГОСТ Р 51905.5-2005. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности.
9. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. - М.: Логос, 2000 – 305 с.

Костюков А. Ф. - АлтГТУ им. И.И. Ползунова, кафедра «Электрификация производства и быта», к.т.н., докторант,
E-mail: Kostjukovaf@mail.ru,
тел. (385-2) 36-71-29.