

УДК 621.314

А. Г. Киселева

Национальный технический университет “Киевский политехнический институт”

г. Киев, Украина, E-mail: [kiseleva\\_anna@ukr.net](mailto:kiseleva_anna@ukr.net)

### ОБРАБОТКА КОНТЕКСТНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МИКРОГРИД

*Создан и протестирован метод, позволяющий уменьшить ошибку прогноза контекстных временных рядов для применения в информационном аспекте микрогрид, что позволит быстро и адекватно анализировать ситуацию в условиях изменяющейся, недостаточной и недостоверной информации. Библ.10., рис.2.*

**Ключевые слова:** контекст, микрогрид, система управления преобразователями

*Створений та протестований метод, який дозволяє зменшити помилку прогноза контекстних часових рядів для застосування в інформаційному аспекті мікрогрид, що дозволяє адекватно аналізувати ситуацію в умовах швидкозмінної, неточної інформації. Бібл.10, рис.2.*

**Ключевые слова:** контекст, мікрогрид, система керування перетворювачами

#### Введение

В Украине интенсивность теоретических и экспериментальных работ в области построения микрогрид обусловлена постоянным ростом энергопотребления, расширением типов, генерирующих и потребляющих энергию устройств. Системы передачи электроэнергии также совершенствуются, расширяются и резервируются, что предоставляет новые возможности в маневрировании передачей электроэнергии. Микрогрид, в упрощенном виде, рассматривают как физически распределенную структуру, которая характеризуется следующими признаками:

- выполнением основной задачи – обеспечение жизнедеятельности или производственного процесса;
- Источники питания – распределенное (децентрализованное) производство электрической энергии, в том числе из возобновляемых источников энергии [1,4];
- территориальной ограниченностью – сосредоточенностью всех электротехнических устройств на определенной пользователем площади;
- присутствие человека – пользователя или эксперта (наладчика системы управления микрогрид), который может внести коррективы в функции управления отдельных подсистем или всего объекта [10].

Стремление к созданию максимально комфортных условий для человека, привело к высокой степени насыщения микрогрид электротехническими, электронными и другими техническими устройствами и системами, контроль и регулирование рабочих параметров которых осуществляется специализированными системами управления. Система управления преобразователями в микрогрид – это информационно-интеллектуальная система, интегрирующая информацию, поступающую из разных гетерогенных составляющих микрогрид, таких как: альтернативные источники питания, нагрузки, датчики и характеризующуюся разными типами физических данных. Такая система создается для контроля энергоресурсов с учетом пожеланий пользователя.

В информационном аспекте исследований микрогрид можно выделить проблему информационной обеспеченности, т. е. обеспеченности данными, связанная с необходимостью получения данных из гетерогенных источников и их верификация (оценка достоверности, как источников, так и самих данных, устранение ошибок и разночтений). Для устранения этой проблемы была разработана программная среда для обработки контекстных данных, содержащая методы обработки для зашумленных и не зашумленных контекстных данных.

**Особенности обработки контекстных данных.** Объединение всех электротехнических устройств в единую сеть микрогрид, в которой обеспечивается заданное качество электропотребления, достигается путем применения полупроводниковых преобразователей электроэнергии (ППЭ). Это позволяет обеспечить преобразование механической, фотоэлектрической, тепловой энергии и энергии, накопленной в аккумуляторах, в электрическую энергию.

Пространство состояний микрогрид образуется множеством векторов состояний  $\{X(t_i)\}$ . Где,  $t_i$  – дискретное системное время, а  $X$  – значения переменных состояния. Пространство состояний микрогрид назовем контекстом [2, 3]. Сужение объемов анализируемой информации достигается за

счет использования в системах управления ППЭ соответствующей формальной модели контекста. Интеграция в контекст информации получаемой от разнородных источников, позволяет получить модель состояния реального микрогрид, которая описывает текущую ситуацию, на основании которой алгоритмами управления может быть сгенерировано множество управляющих решений. Таким образом, в системах управления электропотреблением, контекст предоставляет алгоритмам управления релевантную для текущей ситуации или задачи управления информацию [7, 8]. Системы управления, в которых управляющие решения принимаются с учетом контекста, называются контекстно-зависимыми системами.

Существуют следующие типы контекста: физический (внутренняя и внешняя среда микрогрид), архитектурный (зоны или помещения микрогрид), инфраструктурный (компоненты микрогрид – нагрузки, генераторы, датчики и др.) [7, 8].

Значения контекстных данных собираются датчиками, которые принято разделять на 3 группы: 1) датчики, ассоциированные с пользователем – регистрирующие события, связанные с местонахождением (активной зоной) человека, его перемещением, приоритетами в использовании устройств. К этой группе относятся датчики движения, датчики разбития стекла, а также датчики, фиксирующие время включения, частоту и интервалы работы устройств; 2) датчики энергопотребления, фиксирующие уровни потребления электроэнергии, как всем объектом так и отдельными нагрузками в его составе. 3) датчики, фиксирующие параметры окружающей среды – датчики температуры, освещенности и шума, датчики времени суток и года, датчики пространственной ориентации.

**Метод прогнозирования временных рядов на основе модели периодически коррелированного случайного процесса.** Основной задачей, является задача снижения ошибки прогноза временного ряда на заданном временном горизонте при условии, что ошибка прогноза выборочной функции распределения этого ряда не превосходит заданной величины. Ошибка прогноза ряда понимается в смысле среднего квадратичного. Параметром, по которому минимизируется эта ошибка, является текущий объем выборки элементов ряда. Оптимизация объема выборки возможна в силу того, что ошибка прогноза складывается из ошибок двух типов. Ошибка первого типа – это погрешность оценки статистических свойств временного ряда за счет конечности объема выборки, т.е. за счет недостаточной репрезентативности. Ошибка второго типа – это погрешность за счет нестационарности статистики. Ошибка первого типа с ростом объема выборки уменьшается, а ошибка второго типа возрастает [5, 6].

Рассмотрим метод линейного предсказания (ЛП) прогнозирующий следующее значение временного ряда на основании выборки полученной для участка временного ряда без скачков, но при резком скачке значений контекстных временных данных происходит ошибка прогноза (рис. 1). Необходимость регуляризации прогнозирующей модели возникает, в первую очередь, для приближения выборочных значений критерия прогнозирования к минимальному теоретически возможному. Существует множество способов регуляризации прогнозирующей модели; одним из распространенных и эффективных способов является введение критерия регулярности. Предлагаемый метод предполагает дополнительную регуляризацию прогнозирующей модели по критерию регулярности – оценке среднего квадрата ошибки прогнозирования в зависимости от параметра регуляризации – числа точек, используемых для решения задачи прогнозирования  $p$  [9]. Регуляризация прогнозирующей модели описывается следующим алгоритмом:

1)  $p = p_{\min}$ ; где  $p$  – число точек, используемых для построения однократного прогноза,  $p_{\min}$  – Минимальное значение параметра регуляризации.

2) Осуществить моделирование процесса прогнозирования и оценку статистических характеристик для текущего параметра регуляризации  $p$  на интервале  $[t_{\max} - T_{\text{мод}}, t_{\max}]$ , где  $T_{\text{мод}}$  – величина интервала моделирования процесса прогнозирования,  $t_{\max}$  – правая граница интервала моделирования процесса прогнозирования.

3) Суть используемого метода ЛП состоит в итерационном решении данной системы (1) с постепенным увеличением её порядка. В процессе решения получаем решение системы для порядка прогнозирования 1, 2, 3, ..., N.

$$\hat{x}(n) = \sum_{i=1}^p a_i \cdot x(n-i) \quad (1)$$

ЛП прогнозирует значение члена  $\hat{x}(n)$  временного ряда, зная предшествующее значение  $x(n-i)$ , где  $n$  – номер текущего члена ВР,  $i$  – смещение (индекс текущего элемента отнять  $i$  – получится смещённый элемент) относительно текущего элемента в заданной выборке.

1. Коэффициенты  $a_i$  являются коэффициентами прогнозирования:

$$\sum_{i=1}^p a_i \cdot R(i-j) = -R(j), \quad (2)$$

где  $1 \leq j \leq p$

2. Для вычисления коэффициента прогнозирования находим критерий автокорреляции для каждого из смещённых элементов.

$$R(i) = x(n) \cdot x(n-i) \quad (3)$$

Проблема поиска коэффициентов  $a_i$  может быть решена с помощью системы уравнений Юла-Уокера, но для упрощения начальный коэффициент был объявлен заранее как:  $a_0 = -1$ . В матричной форме для упрощения вычислений уравнение (2) можно переписать как следующее:

$$R \cdot a = -r \quad (4)$$

где  $R$  – это симметричная автокорреляционная матрица с элементами  $R_{i,j} = R_{i-j}$ ,

вектор  $r$  – автокорреляционный вектор  $r_j = R_j$ , вектор  $a$  – вектор коэффициентов предсказания.

Коэффициенты прогнозирования находятся методом Гаусса из формулы (4).

3) Если  $p < p_{\max}$ , то  $p = p+1$  и переход к (2);

4) Выбрать оптимальное значение параметра регуляризации  $p_{\text{opt}}$ , обеспечивающий минимум оценки среднего квадрата ошибки прогнозирования.

После регуляризации прогнозирующей модели – выявления оптимального значения параметра регуляризации  $p$ , модель может быть использована для непосредственно прогнозирования.

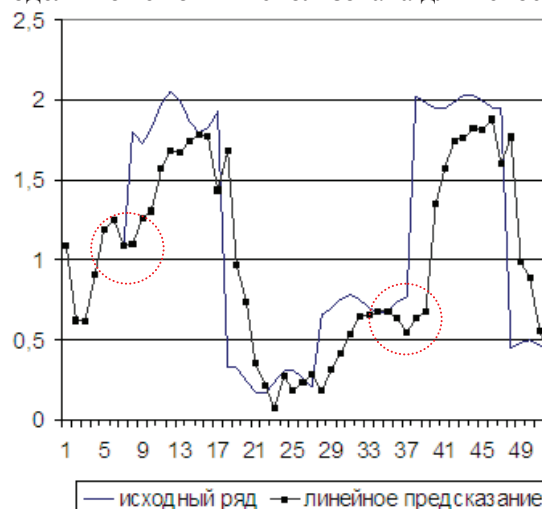


Рис. 1. Ошибки прогноза временного ряда на заданном временном горизонте

В случае резких скачков, метод начнёт минимизировать объем выборки, на основании которой строится предсказание до тех пор, пока величина разницы углов между касательными на предыдущем и текущем шагах будет в заданном диапазоне.

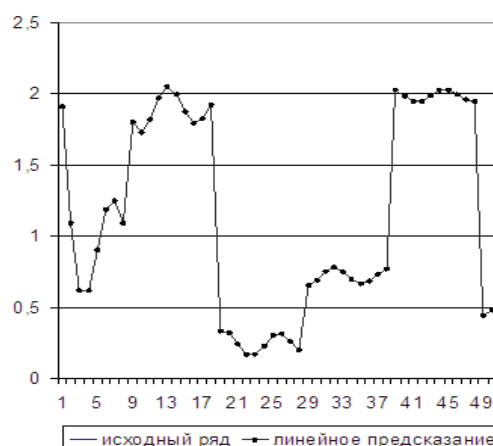


Рис. 2. Результат работы предлагаемого метода

На рис. 2 приведен пример результата предлагаемого метода прогнозирования в зависимости от характера кривой временного ряда. На основании оптимизации объема выборки, изменяется порядок полинома в заданных пределах.

#### Заключение

Создан и протестирован метод осуществляющий прогноз выборочной функции распределения с ошибкой, не превышающей заданную величину, на заданный горизонт, позволяющий уменьшить ошибку прогноза с 6-5% до 2-1,5%, а так же увеличить скорость получения прогнозных значений вследствие уменьшения количества прогнозных коэффициентов. Применение предлагаемого метода для обработки контекстных временных рядов в контекстно-зависимой системе управления преобразователями в микрогрид, позволит рационализировать подбор управляющих воздействий подающихся на уровень микроконтроллеров и на уровень драйверов силовых ключей.

#### Список литературы

1. А. В. Кириленко, Ю. И. Якименко, В. Я. Жуйков, С. П. Денесюк Преобразователи параметров электроэнергии в smart системах энергетики// труды института электродинамики.- спец. выпуск. К:2010г.с17.
2. [http://cad.kpi.ua/attachments/043\\_2010\\_042.pdf](http://cad.kpi.ua/attachments/043_2010_042.pdf) - blank. Киселев Г. Д., Киселева А. Г., Сергеев А. А., Шалагинов А. В. Обработка входных данных в мультимодальных приложениях// Электроника и связь: тематический выпуск “Электроника и нанотехнологии”. – 2011. – № 2. – С. 86–92. [http://cad.kpi.ua/attachments/043\\_2011\\_004abs.pdf](http://cad.kpi.ua/attachments/043_2011_004abs.pdf)
3. Киселева А. Г., Киселев Г. Д., Шалагинов А. В. Применение методов линейного предсказания и экстраполяции в контекстно-зависимых приложениях //Материалы одиннадцатой международной конференции (ИАИ-2011). – К.: НТУУ “КПИ”, 2011.
4. О. В. Кириленко, Ю. С. Петергеря, Т. О. Терещенко, В. Я. Жуйков. Інтелектуальні системи керування потоками електроенергії у локальних об’єктах. – К.: “Аверс”, 2005.
5. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Лукашин Ю. П. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 415 с.
6. С. Петергеря, А. Г. Киселева. Особенности построения вычислительно-управляющей сети локального объекта // Электроника и связь. – 2008. – № 1. – Тематичний випуск “Проблеми електроніки”, ч.1. – С. 208–213.
7. Bowerman, Bruce J. and Richard T. O'Connell. Forecasting and Time Series: An Applied Approach. Duxbury Thomson Learning, 1993.
8. Gardner Jr., Everette S. and David G. Dannenbring, Forecasting with Exponential Smoothing: Some Guidelines for Model Selection, In Decision Sciences, 11., 370–383, 1980.
9. Kendall, M. G., Stuart, A. & Ord, J. K. (1983), Kendall’s advanced theory of statistics. Vol. 3, Hodder Arnold, London
10. Oviatt S. L. Multimodal Interfaces // The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications, Jacko J. and Sears A. (Eds.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc. 2003. P. 286–304.

#### CONTEXT INFORMATION PROCESSING IN CONTROL POWER CONVERTERS SYSTEM

A. G. Kyselova

National Technical University of Ukraine 'Kyiv Polytechnic Institute'  
Kyiv, Ukraine, e-mail: a.g.kyselova@gmail.com

*A modified algorithm for processing of context time series for use in microgrid.*

**Key words:** context, microgrid, control system.