

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2022

ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)

15-16 декабря 2022 г.

Новокузнецк
2022

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, д.т.н., проф. В.Ю. Островляничик,
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2022: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 15-16 декабря 2022 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2022. – 632 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

УДК 658.011.56

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

Две слабосвязанные окрестностные линейные системы, соответствующие структуре на рисунке 5, содержат уже 19 коэффициентов, подлежащих идентификации:

$$\begin{cases} V_1^1 = F_1^1(U_1^1; V_1^4) \\ V_2^1 = F_2^1(V_1^1) \\ V_1^4 = F_1^4(V_1^1) \\ V_{12}^3 = F_{12}^3(V_1^1; V_2^1; U_2^2) \end{cases} \text{ и } \begin{cases} V_2^1 = F_2^1(U_2^1; V_2^4) \\ V_2^2 = F_2^2(V_2^1) \\ V_2^3 = F_2^3(V_2^1; U_2^2) \\ V_2^4 = F_2^4(V_2^2; V_2^3; V_{12}^3) \\ V_{12}^3 = F_{12}^3(V_1^1; V_2^1; U_2^2) \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом в работе предложена схема системного анализа окрестностных моделей параллельных слабосвязанных процессов. Она основана на введении классификации вершин и переменных модели по отношению к нескольким параллельным процессам и позволяет формализовать структуру связей между параллельными процессами. Предложенный алгоритм декомпозиции и агрегирования позволяет преобразовать структуру окрестностных моделей слабосвязанных процессов для того, чтобы уменьшить количество идентифицируемых параметров модели.

Библиографический список

1. Блюмин, С.Л. Окрестностное моделирование организационно-технических систем: Монография / С.Л. Блюмин [и др.]; НОУ ВПО «Липецкий эколого-гуманитарный институт». – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный ин-т, 2013. – 103 с.
2. Semina, V.V. Weakly Connected Neighborhood Systems / Anatoliy Shmyrin, Nikolay Mishachev and Valeria Semina // International Russian Automation Conference (RusAutoCon) Sochi, Russia, 2019. – pp. 1-6.
3. Сёмина, В.В. Идентификация слабосвязанных окрестностных систем / В.В. Сёмина – Текст: непосредственный // Вестник ВГТУ. – 2019. – №2. – С. 69-75.
4. Сёмина, В.В., Энергосберегающая система управления производственной вентиляции и фильтрацией на основе слабосвязанных окрестностных систем / В.В. Сёмина, А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век: материалы XIX международной научно-практической конференции – Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2021. – С. 129-134.

УДК 621.311.11

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ТОПЛИВА

Кузнецова Е.С., Дробышев В.К., Романова В.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, drobyshev_v.k@mail.com

Аннотация. Выполнен обзор альтернативных источников электроэнергии для Кемеровской области. Построена имитационная модель системы электроснабжения на базе мини ТЭЦ с применением биотоплива. Модель теплотэлектростанции в MATLAB Simulink с использованием возобновляемого биотоплива позволит существенно снизить себестоимость производства и исключить загрязнение окружающей среды отходом III класса опасности.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, электроснабжение, имитационное моделирование, турбогенератор, турбина, мини ТЭЦ.

Abstract. An overview of alternative sources of electricity for the Kemerovo region has been carried out. A simulation model of the power supply system based on a mini CHP with the use of biofuels has been built. The model of a thermal power plant in MATLAB Simulink using renewable biofuels will significantly reduce the cost of production and eliminate environmental pollution with hazard class III waste.

Keywords: alternative energy sources, power supply, simulation modeling, turbo generator, turbine, mini CHP.

Важным на сегодняшний день считается вопрос: как задержать полное истощение невозобновляемых источников энергии либо отыскать им равносильную подмену. К сожалению, технологии для получения энергии, эквивалентной сообразно содержанию той, что получается из природных ресурсов, до сих пор отсутствуют.

На данный момент существует необходимость изучения энергоэффективности работы природных, естественно развивающихся систем, их сравнения с социально-экономическими, для того чтобы отыскать методы неистощительного пользования природными ресурсами, а также оценить возможности самообеспечения энергией производства. В производстве любых видов образуются отходы, которые не подвергаются переработке. Они скрывают в себе некоторую потенциальную энергию, которая не рассматривается при оценке с эколого-экономической точки зрения. Данную проблему можно решить путём получения альтернативной энергии, то есть внедрение в структуру производственных предприятий сооружений переработки их производственных отходов, что благополучно скажется на их утилизации, энерго- и ресурсоснабжении и сокращение выбросов в атмосферу [1-6].

Цель и задачи работы: Модернизация системы электроснабжения с применением нового вида топлива для повышения экономической эффективности предприятия.

Имитационное моделирование систем электроснабжения возможно, как с помощью создания своей программы на языке MATLAB [7], так и путем использования моделей типовых элементов системы электроснабжения из пакета расширения Simulink.

Упрощенный блок синхронной машины моделирует как, электрическую так и механическую характеристики простой синхронной машины. Электрическая система для каждой фазы состоит из напряжения источника последовательно с полным сопротивлением RL , которое осуществляет внутреннее полное сопротивление машины. Величина R может быть нулем, но величина L должна быть положительной. Модель выполнена в двух вариантах: Simplified Synchronous SI Units (параметры машины задаются в системе единиц СИ) и Simplified Synchronous Machine pu Units представлен на рисунке 1 (параметры машины задаются в системе относительных единиц). В зависимости от варианта входные и выходные переменные машины также измеряются в системе единиц СИ или в относительных единицах.

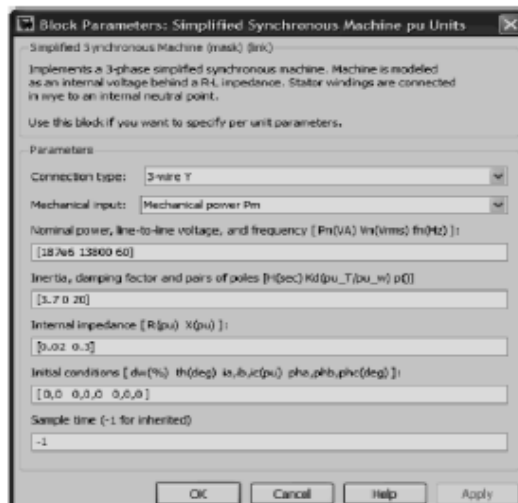


Рисунок 1 – Параметры блока Simplified Machine pu Units

Параметры блока:
 Connection type: [Тип соединения обмотки статора]. Значение параметра выбирается из списка:
 3-wire Y - звезда без нулевого провода;
 4-wire Y - звезда с нулевым проводом.
 Nom. power, L-L volt, and freq. [Pn (VA) Vn (Vrms) fn (Hz)]:
 [Номинальная мощность Pn (ВА), действующее линейное напряжение Un (В) и номинальная частота fn (Гц)].
 Inertia, damping friction factor and pairs of poles [] (kg*mA2) Kd (pu_T/pu_w p):
 [Момент инерции J (кг*мА2), коэффициент демпфирования Kd (о.е.Т/о.е.ω) и число пар полюсов p].
 Internal impedance [R (Ohm) L (H)]:
 [Активное сопротивление и индуктивность обмотки статора R (Ом) L (Гн)].
 Init. cond. [dw (%) th (deg) ia, ib, ic (A) pha, phb, phc (deg)]:
 Начальные условия. Параметр задается в виде вектора, каждый элемент которого имеет следующие значения:
 dw (%) - отклонение угловой частоты вращения (в %);
 th (deg) - угловое положение ротора (град.);
 ia, ib, ic - начальные значения токов статора (А);
 pha, phb, phc - начальные фазы токов статора (град.).
 Параметры машины задаются в системе единиц СИ или параметры машины задаются в системе относительных единиц pu, и маркировании изменения блочного вклада на Pm. Машинная скорость определена машиной инерция J (или константа инерции H для pu машины) и различием между механическим вращающим моментом Tm, протекающим из прикладной механической мощности Pm, и внутренний электромагнитный вращающий момент Te.

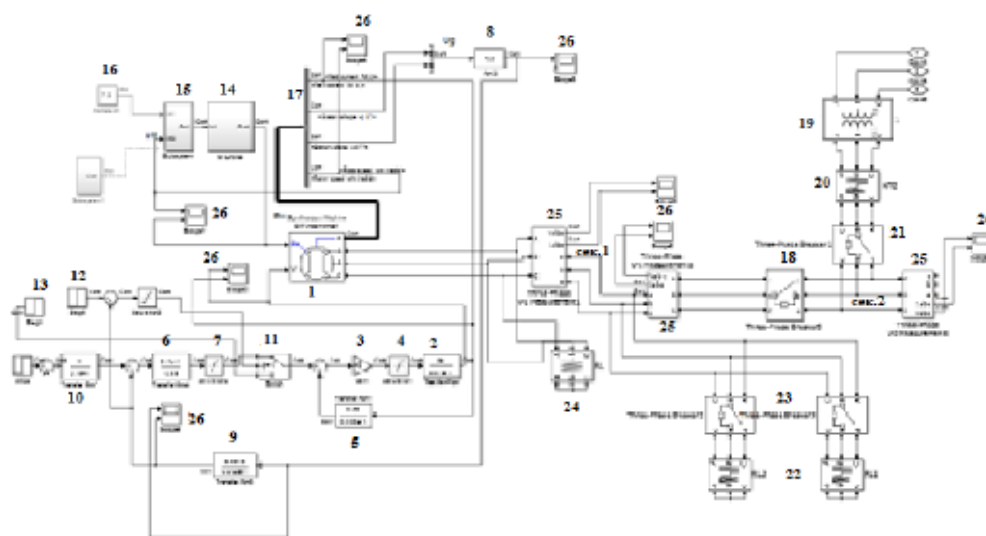


Рисунок 2 – Схема модели мини-ТЭЦ в MATLAB

На рисунке 2 отображены следующие блоки с установленными параметрами:

1. Блок 1 - турбогенератор;
2. Блок 2 - теристорный возбудитель;
3. Блок 3 - регулятор тока возбуждения;

4. Блок 4 - ограничитель регулятора тока возбуждения;
5. Блок 5 - датчик тока возбуждения;
6. Блок 6 - регулятор напряжения;
7. Блок 7 - ограничитель регулятора напряжения;
8. Блок 8 - преобразователь напряжения;
9. Блок 9 - датчик напряжения;
10. Блок 10 - фильтр;
11. Блок 11 - реле;
12. Блок 12 - источник питания;
13. Блок 13 - источник питания с уставкой;
14. Блок 14 - модель турбины;
15. Блок 15 - блок системы регулирования;
16. Блок 16 - блок задания турбогенератора (параметры);
17. Блок 17 - измеритель параметров;
18. Блок 18 - секционный выключатель;
19. Блок 19 - трансформатор;
20. Блок 20 - кабельная линия;
21. Блок 21 - высоковольтный выключатель сети;
22. Блок 22 - блок активно индуктивной нагрузки;
23. Блок 23 - высоковольтный выключатель;
24. Блок 24 - блок активно индуктивного сопротивления;
25. Блок 25 - измеритель;
26. Блок 26 - осциллограф.

На схеме приведена модель линии теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) состоящая из следующих основных элементов и работающая по принципу: турбогенератор (1) - неявнополюсный генератор мощностью $P=6$ МВт, с номинальным напряжением 6,3кВ и током 1050А. Обмотка возбуждения 140В, 250А (с демпферной обмоткой).

В данной модели турбогенератора реализована возможность вывода параметров через специальное измерительное устройство для их анализа и применения в качестве обратных связей:

- номинальный ток возбуждения генератора;
- напряжение статорной обмотки по оси q , В;
- напряжение статорной обмотки по оси d , В;
- скорость ротора, рад/с.

На клемму P_m модели синхронного генератора поступает так называемая механическая мощность. В данном случае это сила вращения турбины. На вход V_f модели поступает напряжение от теристорного возбудителя (фазы А, В и С). В модели реализована схема управления возбуждением синхронного генератора с использованием теристорного возбудителя (2) с параметрами:

- коэффициент усиления 75;
- малая постоянная времени 0,01с.

Система двухконтурная, с подчиненным регулированием параметров: внутренний контур - тока возбуждения, внешний - напряжения статора двигателя.

Внутренний контур состоит из регулятора тока возбуждения G1 (3) с ограничением S1 (4) вышеназванного теристорного возбудителя. Объекты регулирования - обмотка возбуждения турбогенератора, датчик тока возбуждения (5). Контур тока возбуждения построен по модульному оптимуму. Внешним, по отношению к данному контуру, является контур напряжения статора синхронного генератора, состоящий из: регулятора напряжения (6) с ограничением (7) оптимизированного контура тока возбуждения, объекта регулирования статора синхронного генератора, а также цепи обратной связи, содержащей

последовательно соединенные преобразователь напряжения (8) и датчик напряжения (9). Для снижения перерегулирования на входе контура напряжения установлен фильтр (10).

Контур настроен по симметричному оптимуму, при этом статизм по управлению равен 0.

В случае значительного снижения напряжения статора, контур напряжения отключается от внутреннего контура тока возбуждения, а на вход регулятора тока возбуждения (3) через реле (11) подается сигнал форсировки тока возбуждения от источника питания (12). Уставка переключения реле в режим форсировки установлена в устройстве (13). Коэффициент форсировки по току при этом равен значению 1,8, по напряжению 5. Уставка срабатывания реле равняется 5,8кВ.

ТЭЦ содержит в себе модель турбины (14). Параметрами турбины управляет система регулирования (15) с заданными значениями. Блок регулирования выполнен таким образом, чтобы имелась возможность поддерживать постоянную скорость вращения турбогенератора. На вход системы (16) подается задание, в качестве обратной связи используется жесткая обратная связь по скорости, полученная от комплекта измерителей параметров (17) синхронного генератора.

Напряжение от синхронного генератора мини ТЭЦ подается на первую (сек 1) из двух секций распределительного устройства РУ 10кВ. Через секционный выключатель (18) может быть подключена вторая секция (сек 2), электроснабжение которой осуществляется от общих сетей энергосистемы через трансформатор ТР1 110/10 кВ (19), кабельную линию КЛ2 (20), высоковольтный выключатель сети (21). Активно индуктивная нагрузка RL1 и RL2 (22) через высоковольтные выключатели Br1 и Br2 (23) подключена к секции 1.

Для нормальной работы модели в схему введено балластное активно-индуктивное сопротивление R, равное 100кОм (24). Для измерения напряжения токов в трехфазных сетях модели установлены различные измеряющие компоненты (25) с осциллографами (26).

Вывод. Учитывая климатические и географические условия региона, можно сделать заключение, что в условиях Кемеровской области можно использовать различные виды альтернативной энергетики. Потенциальные источники биоэнергии Кузбасса составят 1759 млн. кВт·ч/год, оценка плотности их рассредоточения по территории составила от 3704 до 136793 кВт·ч/км². Использование биоэнергетического потенциала Кемеровской области увеличит энергетическую эффективность региона. Например, отходы производства лесоперерабатывающей промышленности, сельского хозяйства и агропромышленного комплекса – ценный энергетический ресурс, который позволит обеспечить потребности предприятия в электроэнергии и тепле для отопления и технологических процессов.

Полученная модель мини-ТЭЦ в MATLAB Simulink с использованием возобновляемого биотоплива позволит существенно снизить себестоимость производства и исключить загрязнение окружающей среды отходом III класса опасности. Кроме того, это может обеспечить независимость агропромышленного комплекса от внешних поставщиков энергоресурсов.

Библиографический список

1. Александровский А.Ю., Матвиенко Н.И., Обрезков В.И. Энергоэкономическая эффективность ветровых электростанций в энергетических системах. Труды ВНИИ «Гидропроект» им. С.Я.Жука. 1988. С.32–37.
2. Алчуджан Г.А. Определение топливосбережения и средней скорости транспортного судна при вспомогательном ветродвижении // Перспективные типы морских транспортных судов: Сб. науч. тр. ЦНИИМФ. – Л. – 1986. – С.7–20.
3. Анапольский Л.Е., Гандин Л.С. Методика определения расчётных скоростей ветра для проектирования ветровых нагрузок на строительные сооружения //Метерология и гидрология №10. 1959.

4. Андреева Г.А., Кононов Ю.Д., Корнеев А.Г., Оганесян Э.А. Особенность внешних производственных связей отдельных топливных баз. В кн.: Вопросы влияния энергетики на другие отрасли. Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1975, с. 29–46.
5. Андриянов В.Н. и др. Ветроэлектрические станции. – М.: Госэнергоиздат, 1960.
6. Андриянов В.Н. Некоторые особенности определения экономической эффективности возобновляемых источников энергии // Сб. трудов ДВГТУ.– Вып. 128. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2001.
7. Кончакова, О. В. Разработка модели мини-ТЭЦ в MATLAB / О. В. Кончакова, В. А. Кузнецов, Е. С. Кузнецова // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника : труды Девятой научно-практической конференции, 25-26 ноября 2020 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2020. – С. 108-117.

УДК 658.5

ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ РАСПОЗНАВАНИЯ КОДОВ DATA MATRIX

Губанов К.Н., Калашников С.Н.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, gubanov.k.n@yandex.ru*

Аннотация. Развитие экономики сопровождается разработкой и созданием новых способов контроля над производством, реализацией, качеством и продажами товаров народного потребления. Для удобства идентификации товаров созданы штрих коды, с которыми современный человек сталкивается каждый день при покупке товаров. Кроме этого штрих коды также используются в торговле, коммерческой деятельности, транспортных и складских системах, сфере учета материальных запасов, технологических процессах и др.

Ключевые слова: Data Matrix код, QR код, алгоритм ближайших соседей, синтез, конечные поля Галуа, код Рида-Соломона.

Abstract. The development of the economy is accompanied by the development and creation of new ways to control the production, sale, quality and sales of consumer goods. For the convenience of identifying goods, barcodes have been created that a modern person encounters every day when buying goods. In addition, barcodes are also used in trade, commercial activities, transport and warehouse systems, inventory control, technological processes, etc.

Keywords: Data Matrix code, QR code, nearest neighbor algorithm, synthesis, finite Galois fields, Reed-Solomon code.

С появлением двухмерных матричных штрих кодов их стали использовать для хранения информации во многих областях. В частности, самые известные из них это QR и Data Matrix коды. Оба кода генерируются при помощи кода Рида-Соломона для решения проблемы повреждения данных, а при расчетах используется арифметика конечных полей Галуа [1].

Алгоритм генерации Data Matrix кода заключается в следующем. Матрица Data Matrix кода состоит из двух частей: маска поиска и закодированные данные. Чем больше данных помещается в код, тем больше размер этой матрицы. Для распознавания кода необходима зона разделяющая его от остальных объектов изображения.

Для кодирования данных в Data Matrix используются коды Рида-Соломона над конечным полем Галуа $GF(2^8)$, при этом каждый символ занимает 8 бит. Для генерации поля необходим неприводимый полином $p(x) = x^8 + x^5 + x^3 + x^2 + 1$, при этом, если перевести данный полином в двоичную систему счисления, то получится 100101101, а в десятичной – 301 [2].

Неприводимый многочлен используется для построения таблицы степеней для каждого элемента поля. Для создания таблицы степеней двойки возводят 2 в степень x . Если $x < 8$ то, возведение происходит как обычно. При не выполненном условии $x < 8$