

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО СЕЛЬСКОГО ДОМА ОТ МИКРОГЭС

А.В. Бастрон, Н.В. Коровайкин, Л.П. Костюченко

В статье приведены результаты моделирования режимов работы автономной системы электроснабжения многоквартирного сельского жилого дома в программе MATLAB.

Ключевые слова: электроснабжение, микроГЭС, многоквартирный дом, моделирование, MATLAB, Simulink.

В статье [1] нами подробно рассмотрено применение свободнопоточной микрогидроэлектростанции с синхронным генератором на постоянных магнитах [2] для электроснабжения сельского дома коттеджного типа с полным уровнем электрификации быта. Уровни электрификации сельских бытовых потребителей определяются согласно методике [3] в зависимости от степени электропотребления.

В настоящее время дома с полным уровнем электрификации быта пока не находят на селе широкого применения. Наиболее распространены сельские дома, имеющие низкий и высокий уровень электрификации быта. Учитывая относительно низкое годовое потребление электроэнергии в расчете на одного сельского жителя для данной категории бытовых потребителей, нами рассмотрена возможность использования автономной системы электроснабжения на базе одной микроГЭС для нескольких домов или квартир. Это позволит снизить издержки на приобретение и эксплуатацию микроГЭС в расчете на каждого из потребителей входящих в группу автономной системы электроснабжения, по сравнению с электроснабжением от МикроГЭС единичного потребителя.

Для исследования режимов работы автономной системы электроснабжения многоквартирного сельского дома, необходимо разработать динамическую модель данной системы, которая позволит определить мощность генератора микроГЭС необходимого для устойчивого электроснабжения всей бытовой нагрузки многоквартирного дома.

Для решения поставленной задачи создана модель автономной системы электроснабжения многоквартирного дома с высоким уровнем электрификации быта [3] от микроГЭС в программе MATLAB приложении Simulink [4, 5].

Модель состоит из микроГЭС с ортогональной гидротурбиной, синхронного генератора на постоянных магнитах мощностью 25 кВт, балластной нагрузки, системы управления балластной нагрузкой и электрооборудования многоквартирного дома. Нами рассмотрен дом, состоящий из трех отдельных квартир. Каждой квартире характеризуется наличием потребителей однофазной асинхронной и статической активной нагрузки.

Вечерний максимум нагрузки каждой квартиры составляет 8,56 кВт. Перечень электроприборов и их установленная мощность, соответствующие типовому графику нагрузок приведены в таблице 1.

Схема модели приведена на рисунке 1.

Таблица 1 – Установленная мощность бытовых электроприемников сельского дома с высоким уровнем электрификации

№ п.п.	Электрооборудование	Установленная мощность, кВт
1	Освещение	0,7
2	Телевизор	0,25
3	Приемник	0,04
4	Магнитофон	0,025
5	Холодильник	0,2
6	Электрический насос	0,4
7	Пылесос	1,3
8	Стиральная машина	2,7
9	Кухонный комбайн	0,2
10	Соковыжималка	0,13
11	Чайник (кипятильник)	1
12	Утюг	1,0
13	Электроплита	5,0
Итого:		12,945

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МНОГООКВАРТИРНОГО СЕЛЬСКОГО ДОМА ОТ МИКРОГЭС

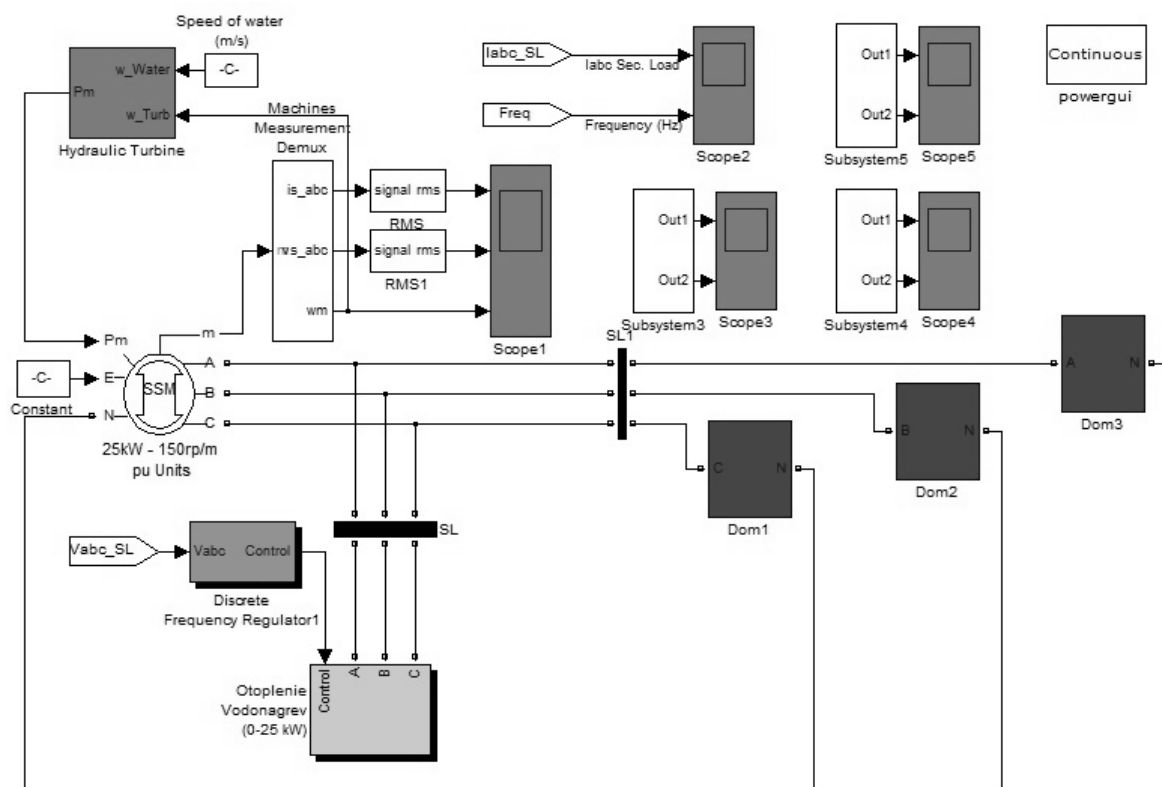


Рисунок 1 – Модель автономной системы электроснабжения многоквартирного дома с высоким уровнем электрификации быта от микроГЭС в программе MATLAB – Simulink

Для регулирования частоты вращения турбины микроГЭС используется балластная нагрузка, которая периодически включается или отключается в зависимости от достигнутой скорости вращения турбины от основной нагрузки. В качестве балластной нагрузки в данной модели используется подогрев воды.

Включение нагрузки в каждой квартире многоквартирного дома моделировалось в соответствии с типовым графиком нагрузок сельского дома с высоким уровнем электрификации, который приведен на рисунке 2.

Для повышения наглядности модели автономной системы электроснабжения многоквартирного дома модель бытовой нагрузки каждой квартиры на рисунке 1 показана в виде подсистем Dom1, Dom2, Dom3. На рисунке 3 представлена модель указанных подсистем бытовой нагрузки индивидуальной квартиры с высоким уровнем электрификации в программе MATLAB приложении Simulink.

Синхронный генератор и асинхронная нагрузка моделировались по полным уравнениям Парка-Горева [6] в соответствии с типовыми блоками библиотек Simulink и SimPowerSystems. Скорость речного потока принималась равной 2,2 м/с, что соответ-

ствует среднестатистическим значениям скорости малых рек.

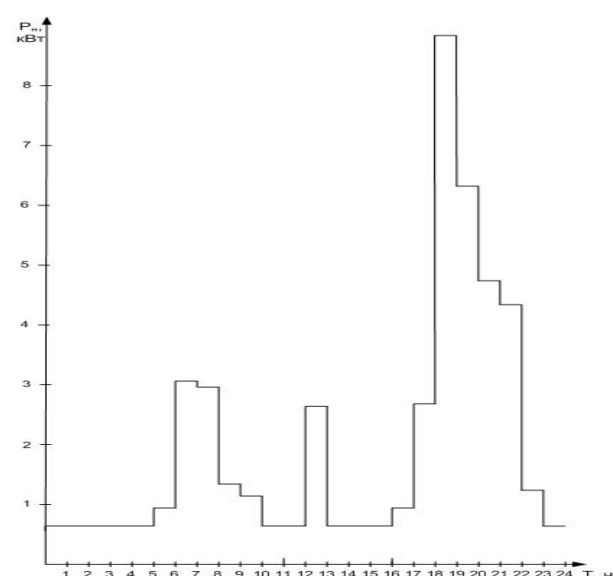


Рисунок 2 – График нагрузок сельского дома с высоким уровнем электрификации

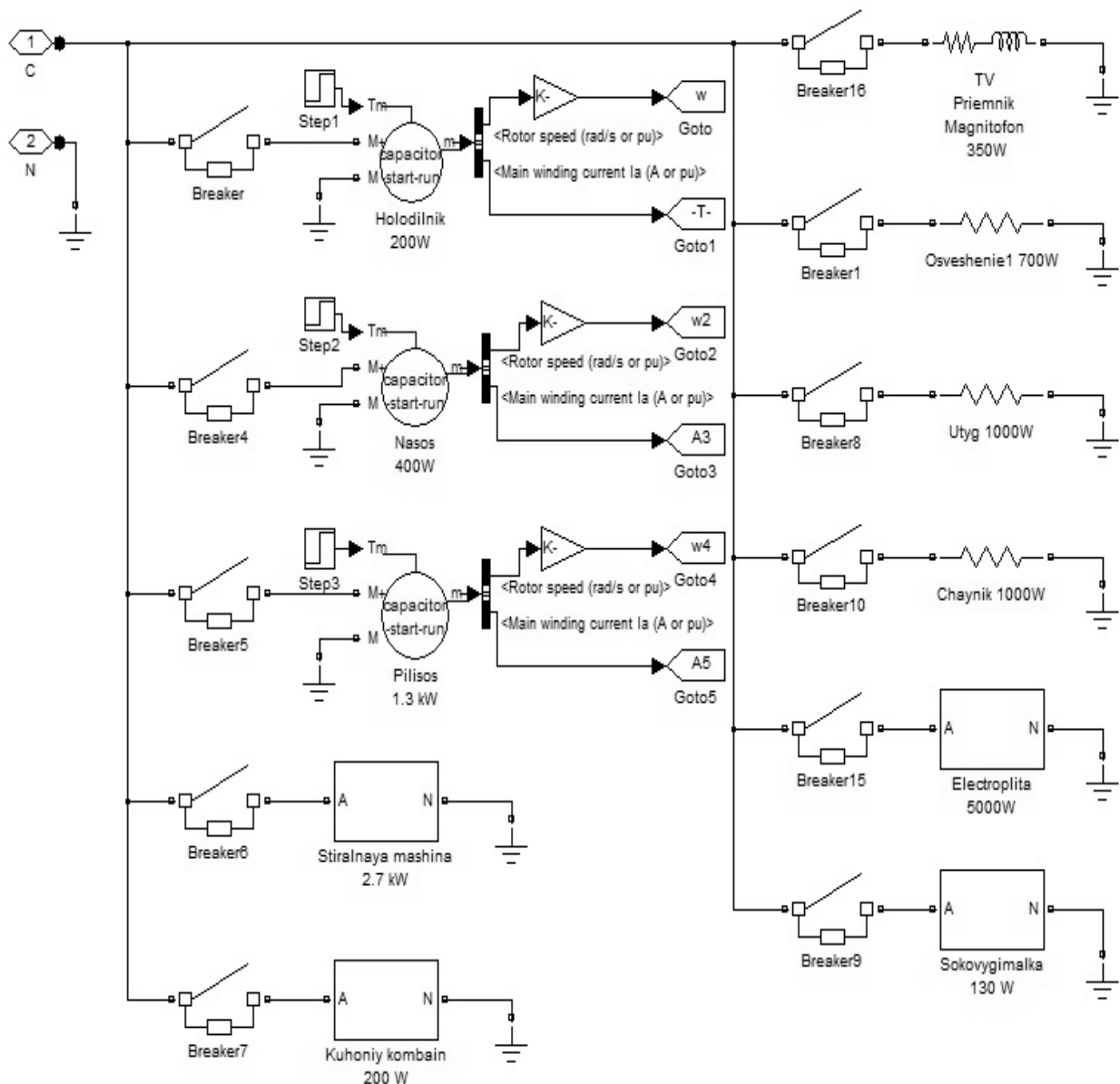


Рисунок 3 – Модель подсистемы «Dom» бытовой нагрузки квартиры с высоким уровнем электрификации быта в программе MATLAB

На рисунках 4 и 5 представлены компьютерные осциллограммы электромеханических переходных процессов автономной системы электроснабжения при поочередном включении нагрузки квартир многоквартирного дома.

На разработанной в программе MATLAB имитационной модели автономной системы электроснабжения многоквартирного дома, с высоким уровнем электрификации, с установленной мощностью 38,8 кВт, на базе микроГЭС проведена серия экспериментов. В результате проведенных экспериментов исследованы и выявлены

возможные режимы работы рассматриваемой системы электроснабжения

Выводы:

1. Предельная минимальная мощность микроГЭС от которой возможно устойчивое электроснабжение всей бытовой нагрузки рассматриваемого многоквартирного дома составляет 25 кВт, при этом теплоснабжение потребителей (нагрев воды и отопление) осуществляется в часы провала нагрузок в дневное и ночное время, что позволяет использовать мощность микроГЭС практически на 100%;

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО СЕЛЬСКОГО ДОМА ОТ МИКРОГЭС

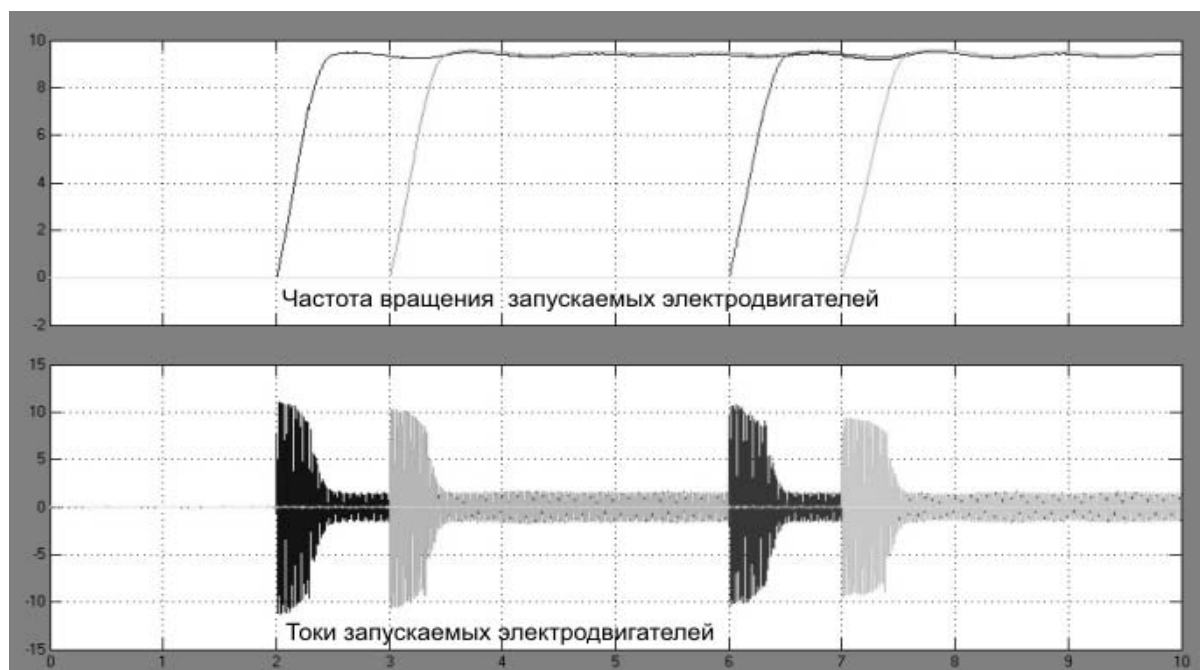


Рисунок 4 – Компьютерные осциллограммы (о.е.) переходных процессов в двигателях при поочередном включении асинхронной нагрузки

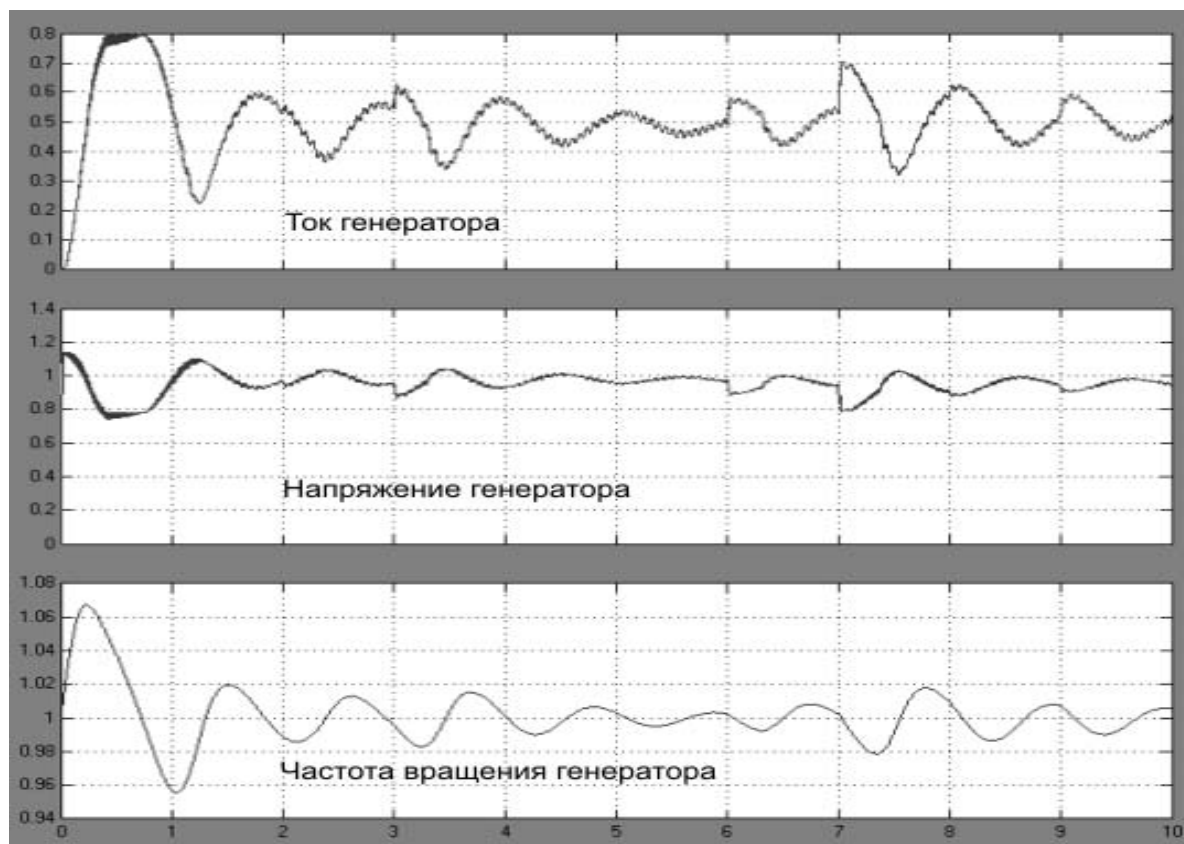


Рисунок 5 – Компьютерные осциллограммы (о.е.) переходных процессов в генераторе при поочередном включении асинхронной нагрузки

2. МикроГЭС мощностью 25 кВт позволяет запускать всю асинхронную нагрузку бытовых приборов суммарной мощностью 8,79 кВт (рисунок 4). В процессе запуска двигательной нагрузки кратковременное снижение напряжения в автономной системе может достигать 20% (рисунок 5), что не обеспечивает требуемого в соответствии с действующими нормами качества электроэнергии у бытовых потребителей, потому потребителей критичных к качеству электроэнергии следует подключать через стабилизатор напряжения или блок бесперебойного питания;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бастрон, А.В. Моделирование режимов работы автономной микроГЭС для электроснабжения летней дойки [Текст] / А.В. Бастрон, Н.В. Коровайкин, Л.П. Костюченко // Вестник КрасГАУ. – Красноярск: КрасГАУ, 2010. – Вып. 4. – С. 166-171.
2. Встовский, А.Л. Современные технологии проектирования низкоскоростного синхронного генератора для свободнопоточной микроГЭС [Текст] / А.Л. Встовский, М.П. Головин, К.С. Федий // Инновационное развитие регионов Сибири: сб. ст. научно-практической конференции. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – С. 27-33.
3. Методика определения потребности в средствах электроснабжения для социального развития села [Текст]: утв. М-вом сельского хозяйства Рос. Федерации 27.12.2001 протокол N 41:

ввод. в действие с 27.12.2001. – М.: 2001. – 129 с.

4. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink [Текст]. / И.В. Черных. – М.: ДМК Пресс; СПб: Питер, 2008. – 288 с.

5. Костюченко, Л.П. Имитационное моделирование систем сельского электроснабжения в программе MATLAB: учеб. пособие [Текст]. / Л.П. Костюченко. Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск 2012, – 215 с.

6. Ярлыкова, Л.П. Моделирование пуска двигателей сельскохозяйственных установок от передвижной электростанции [Текст] // Оптимизация режимов электропотребления: Тез. докл. краев. науч.-техн. конф., Красноярск, 4 - 5 октября 1988 г.– Красноярск, 1988. – 116 с.

Бастрон Андрей Владимирович, зав. каф. «Электроснабжение сельского хозяйства», к.т.н., проф., ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, тел. 8(391)227-10-62, E-mail: esn@kgau.ru

Коровайкин Николай Владимирович, аспирант, каф. «Электроснабжение сельского хозяйства», ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, тел. 8(391)227-10-62, E-mail: esn@kgau.ru

Костюченко Лидия Петровна, доц., каф. «Электроснабжение сельского хозяйства», ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, тел. 8(391)227-10-62