

УДК 621.311.001.57

О.А. Бурмакин, доцент, к.т.н., кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Ю.С. Малышев, доцент, к.т.н., кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

С.В. Попов, доцент, к.т.н., кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Л.В. Зобов, студент, кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603951, г Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЭЭС С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СРЕДЕ MATLAB

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, имитационная модель, солнечная батарея, ветрогенератор, комбинированная судовая электростанция.

В статье выполнено обоснование целесообразности исследования комбинированных систем генерирования энергии в составе судовой электроэнергетической системы. Разработана и описана имитационная модель судовой электростанции с возобновляемыми источниками электроэнергии. Приведены осциллограммы работы предложенной модели и описаны результаты моделирования.

В период постоянного роста цен на нефтепродукты солнце и ветер являются актуальными энергоносителями для получения электроэнергии. Главными преимуществами возобновляемых источников представляются неограниченный ресурс и экологичность [1]. Поэтому исследования комбинированных систем генерирования энергии в составе судовой электроэнергетической системы (СЭЭС) являются перспективными [2]. В такие СЭЭС могут входить кроме традиционных источников, альтернативные: ветро-генераторы и солнечные батареи. Учитывая вышесказанное, была разработана имитационная модель СЭЭС с возобновляемыми источниками электроэнергии, структурная схема которой приведена на рис. 1, а схема моделирования СЭЭС - на рис. 2.

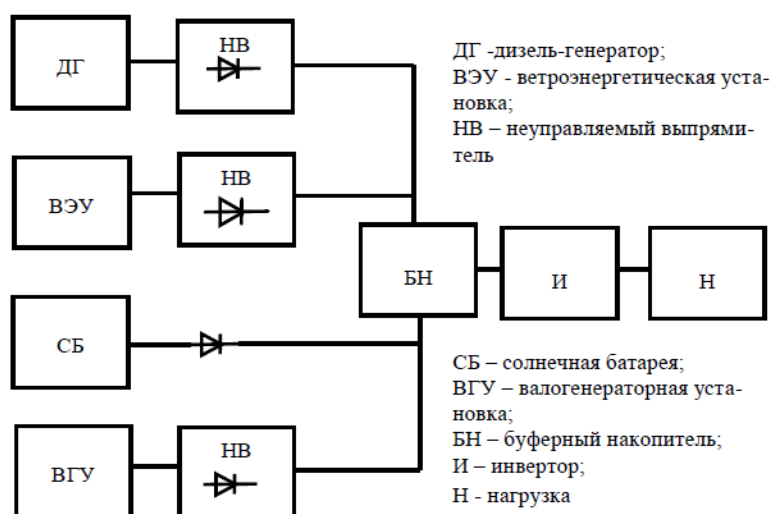


Рис. 1. Структурная схема комбинированной судовой электростанции

При достаточной скорости ветра ветроэлектростанция может автономно обеспечивать электроэнергией ходовые потребители, а при снижении скорости ветра валогенераторная установка (ВГУ) будет забирать необходимую мощность на себя. Схема может обеспечивать автоматическое распределение мощности между ВГУ и ветроэнергетической установкой ВЭУ (рис. 2).

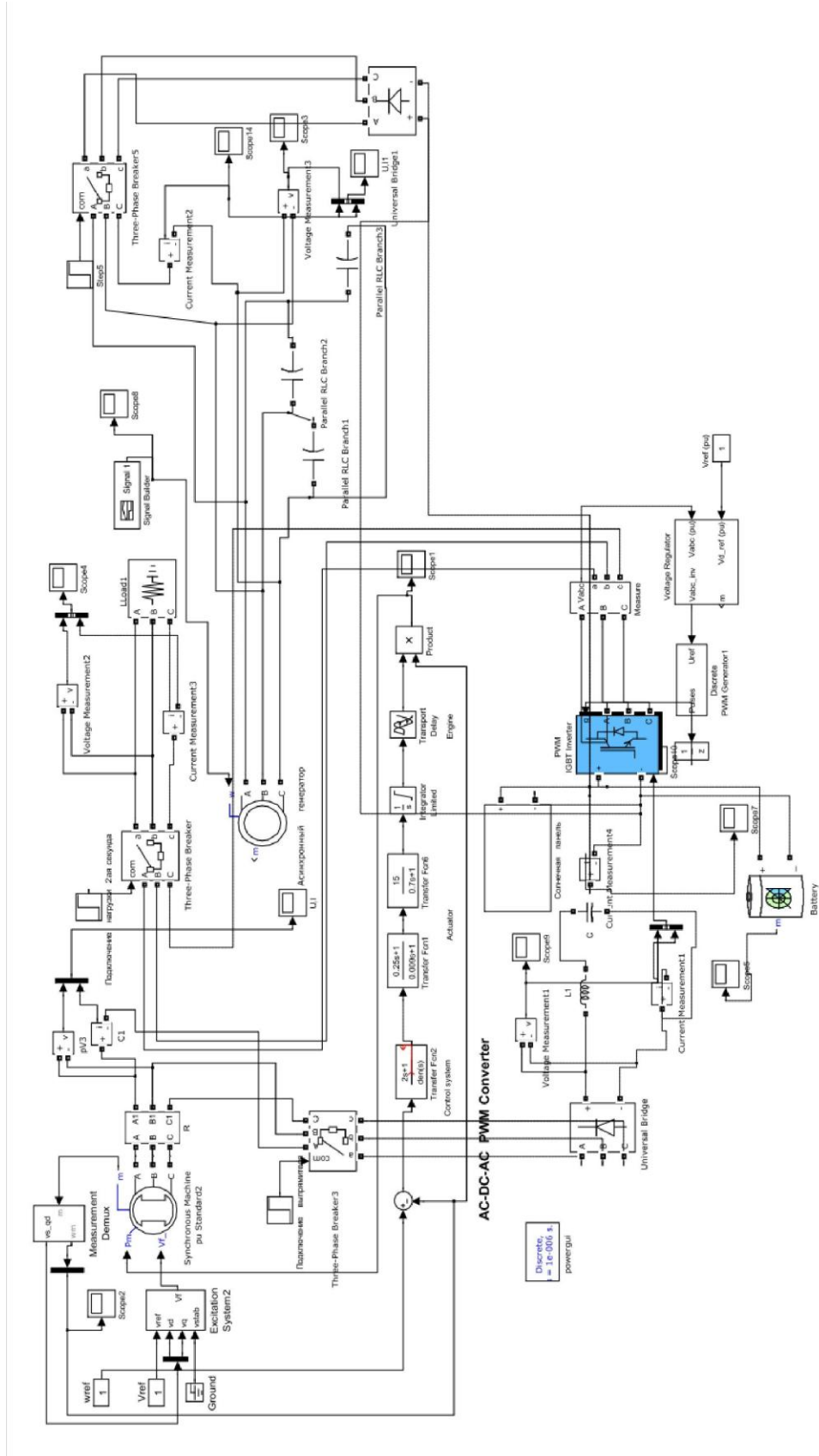


Рис. 2. Имитационная модель СЭЭС с возобновляемыми источниками электроэнергии

Стабилизация напряжения и частоты генерируемой электроэнергии обеспечивается инвертором и системой регулирования в звене постоянного тока преобразователя частоты. Таким образом, есть возможность параллельной работы комбинированной системы ВГУ и ВЭУ с основной судовой электростанцией.

Вместе с ветровой установкой на судах возможно применять солнечные фотоэлектрические батареи [3]. Электроэнергия со всех возобновляемых источников через полупроводниковые выпрямители поступает в буферную батарею, а из буферного накопителя (комплект аккумуляторных батарей) через инвертор энергия передается потребителям.

Имитационная модель комбинированной электростанции (рис. 2) позволяет исследовать работу перечисленных блоков в едином комплексе. Наличие буферного накопителя большой емкости или солнечной батареи (СБ) большой мощности в схеме приводит к минимизации переходных процессов. Для оценки динамических процессов и определения влияния буферного накопителя на работу схемы было выполнено моделирование с буферным накопителем и без него (рис. 3 - 5).

На рис.3. показаны переходные процессы тока и напряжения в звене постоянного тока, когда на второй секунде подключается нагрузка в цепь переменного тока, вдвое превышающая номинальную мощность дизель-генератора. При этом наблюдается провал напряжения и резкое падение оборотов дизеля в связи с его перегрузкой. Когда в цепь постоянного тока (на 4 секунде) был подключен ветрогенератор, напряжение восстановилось, а дизель-генератор вышел на нормальный режим.

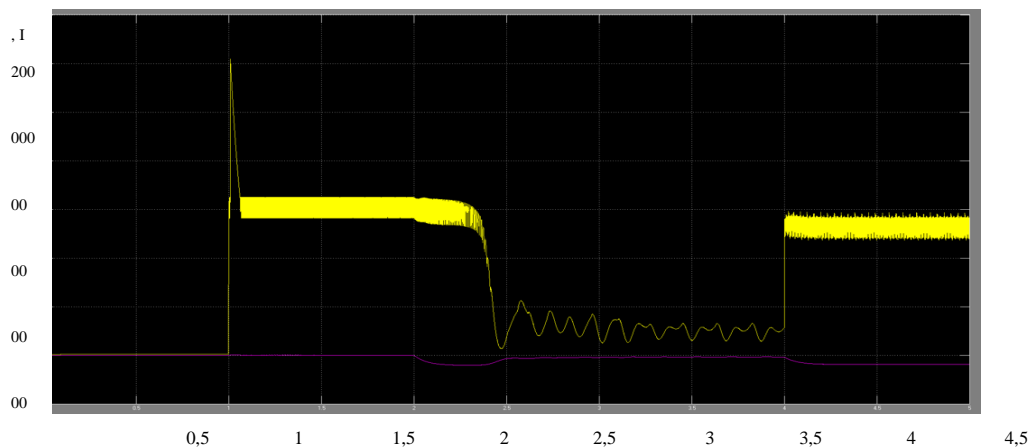


Рис.3. Ток и напряжение в звене постоянного тока без буферного накопителя

Подобный режим наброса нагрузки был проведен при включении в цепь постоянного тока буферного накопителя. Из диаграммы видно, что в период перегрузки на синхронном генераторе напряжение стало снижаться, а в цепи постоянного тока оно изменяется незначительно.

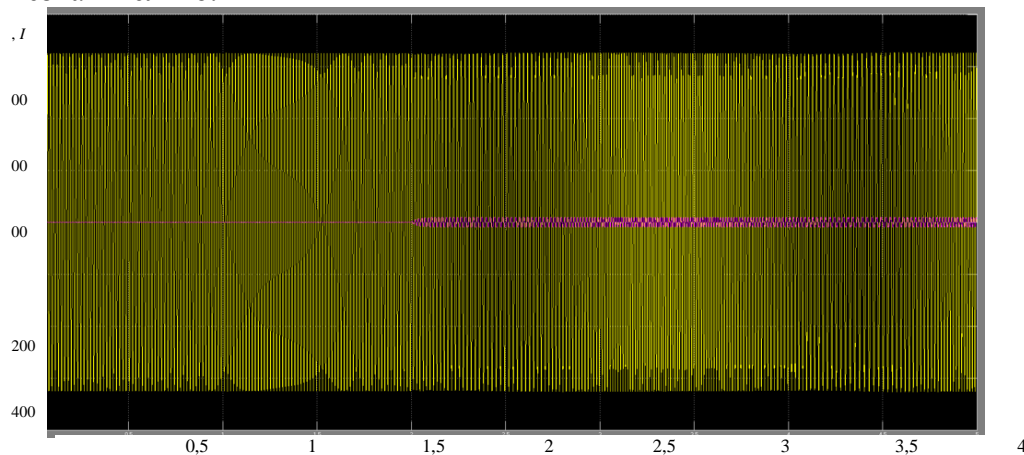


Рис. 4. Ток и напряжение синхронного генератора

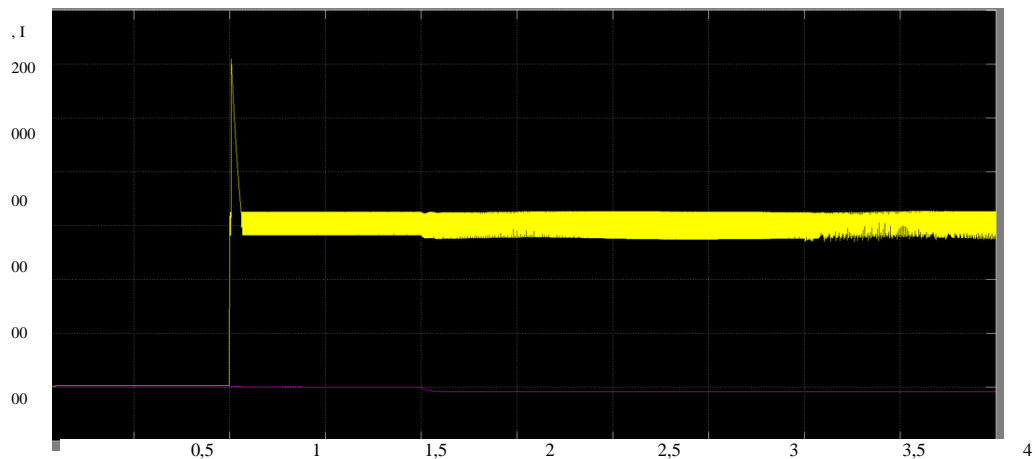


Рис. 5. Ток и напряжение в звене постоянного тока с буферным накопителем

Таким образом, разработанная имитационная модель СЭЭС позволяет исследовать процессы, происходящие в основных элементах СЭЭС с возобновляемыми источниками электроэнергии.

Список литературы:

- [1]. Бурмакин О.А., Малышев Ю.С., Варечкин Ю.В. Комбинированная СЭЭС с применением возобновляемых источников энергии Труды 16-го Междунар. научно-промышленного форума «Великие реки - 2014». Труды конгресса. - Н.Новгород: ФБОУ ВПО "ВГАВТ", 2014.- Т.2.- С. 199-202.
- [2]. Иванчура В.И., Чубарь А.В., Пост С.С. Энергетические модели элементов автономных систем электропитания. М.: Журнал СФУ, 2012.
- [3]. Бурмакин О.А., Малышев Ю.С., Варечкин Ю.В. Возобновляемые источники энергии в судовой электроэнергетической системе/ Вестник ВГАВТ.- Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО ВГАВТ, 2015.- 263-268 с.

MODELING OF THE SHIP ELECTRIC POWER SYSTEM WITH RENEWABLE SOURCES OF ELECTRICITY IN THE MATLAB ENVIRONMENT

O.A.Burmakin, Yr.S.Malyshev, S.V.Popov, L.V.Zobov

Keywords: renewable energy sources, imitation model, solar battery, wind generator, combined ship power station.

The article substantiates the feasibility of studying combined power generation systems as part of the ship electric power system. A simulation model of a ship power plant with renewable power sources was developed and described. Oscillograms of the work of the proposed model are given and the results of modeling are described.