

потока ветра – 0,1005. Таким образом, оптимальная скорость работы ветроколеса рассмотренного типа составляет 9,9 м/с.

Следует отметить, что полученные значения не стоит сравнивать с реальными ВЭУ без использования коэффициентов масштабирования.

Используя полученные результаты моделирования, в дальнейшем планируется расширение возможных вариаций параметров ветрового потока, а также проведение эксперимента с реальной моделью ветроколеса и сравнительный анализ результатов, полученных при проведении моделирования и реального эксперимента.

### Литература

1. Михайленко, Е.Ю. Обзор существующих конструкций ветроэнергетических установок / Е.Ю. Михайленко // Праці ТДАТУ. – 2013. – Т. 2, № 13. – С. 188-193.

УДК 621.3

#### **Особенности работы блокинг-генератора при совместной работе с ветрогенератором на постоянных магнитах**

Червинский В.Л.,<sup>1</sup> Доброго К.В.<sup>2</sup>, Чумаченко М.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>ВАК Республики Беларусь

<sup>3</sup>ОДО «ЭНЭКА», Минск

При использовании синхронных генераторов на постоянных магнитах на малых ветроэнергоустановках (ВЭУ) характерной их особенностью является то, что его напряжение растет прямо пропорционально росту оборотов ветроколеса. Для достижения напряжения более 12 В, необходимого для зарядки аккумулятора на 12 В, необходимы обороты ветроколеса при прямом приводе генератора более 120 об/мин. Это возможно при скоростях ветра более 5 м/с. А что делать, если скорость ветра мала и мене, чем 5 м/с? Выход может быть найден при использовании блокинг-генератора, т.е. устройства, которое импульсно заряжает аккумулятор при низких напряжениях ветрогенератора, получаемых при низких скоростях ветра [1]. Блокинг-генератор создает импульсы напряжения, частота и амплитуда которых изменяются в зависимости от входного напряжения.

Поскольку при разработке малых систем ветроэнергогенерации принципиальным вопросом является дешевизна и надежность компонентов, нами рассматривается возможность изготовления простейших узкофункциональных устройств, а не использование универсальных коммерческих AC/DC и DC/DC преобразователей напряжения.

Целью работы в рамках ГПНИ является практическая отработка схемы такого генератора, оценка его надежности, безопасности, энергетической эффективности и изучение других вопросов, обусловленных направлением его применения. В данной работе проводится первичное изучение работы простого блокинг-генератора, предназначенного для функционирования в системе с ветрогенератором на постоянных магнитах и накопителем электроэнергии на основе свинцово-кислотных аккумуляторов.

Для экспериментов был собран такой блокинг-генератор. Электрическая схема его представлена на рис.1, а внешний вид – на рис.2.

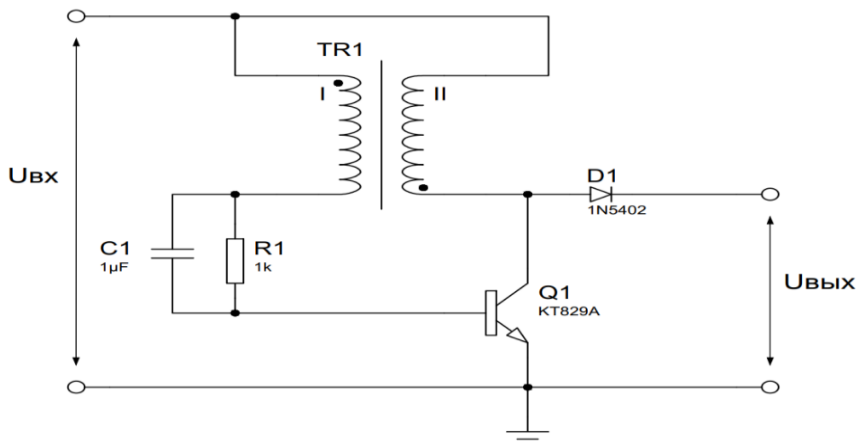


Рис.1 Электрическая схема блокинг-генератора

Такая простейшая конструкция собрана на одном транзисторе, который для улучшения теплоотвода закреплен на радиаторе.

В начальный момент времени обмотка I трансформатора TR1 работает в качестве "резистора", т.е. через нее и резистор R1 протекает ток, который начинает постепенно открывать транзистор Q1. Открытие транзистора приводит к протеканию тока в обмотке II, вследствие чего на обмотке I наводится ЭДС. Таким образом, происходит увеличение тока базы

транзистора Q1, а, следовательно, транзистор открывается еще больше. Данный процесс происходит до тех пор, пока сердечник трансформатора TR1 или транзистор Q1 не войдет в насыщение. Когда это произошло, ток через обмотку I начинает уменьшаться, следовательно, ЭДС на обмотке II изменяет свою полярность, что приводит к уменьшению тока базы и закрыванию транзистора. После закрывания транзистора цикл поверяется снова.

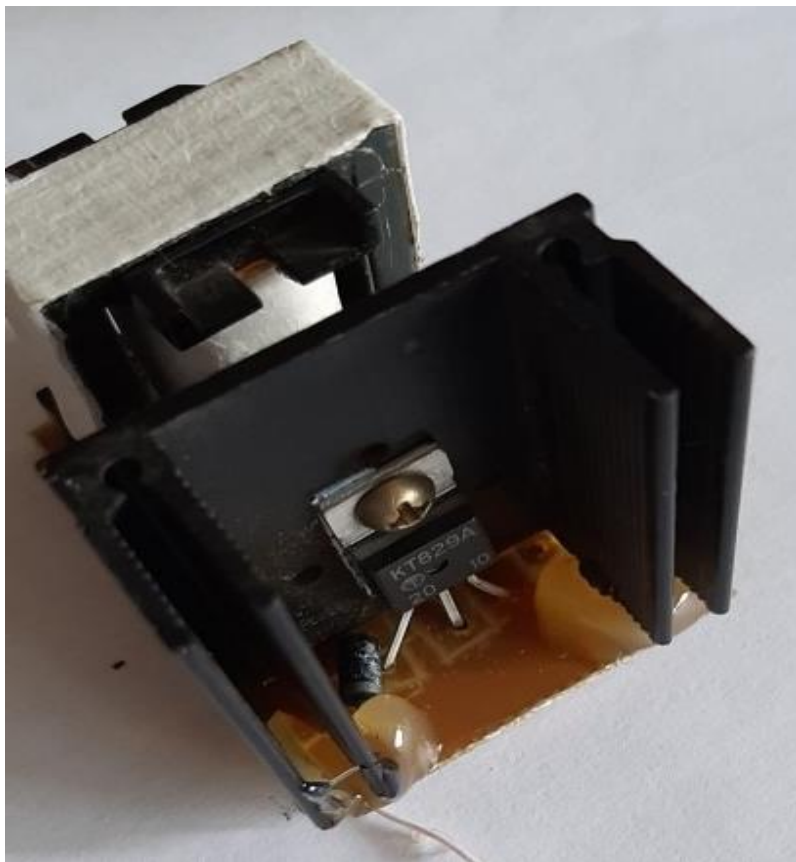


Рис.2 Внешний вид блокинг-генератора

Для анализа работы блока были использованы следующие приборы: источник питания – ИПС-1; осциллограф - JYETechDSOshell; мультиметр – Ц405.

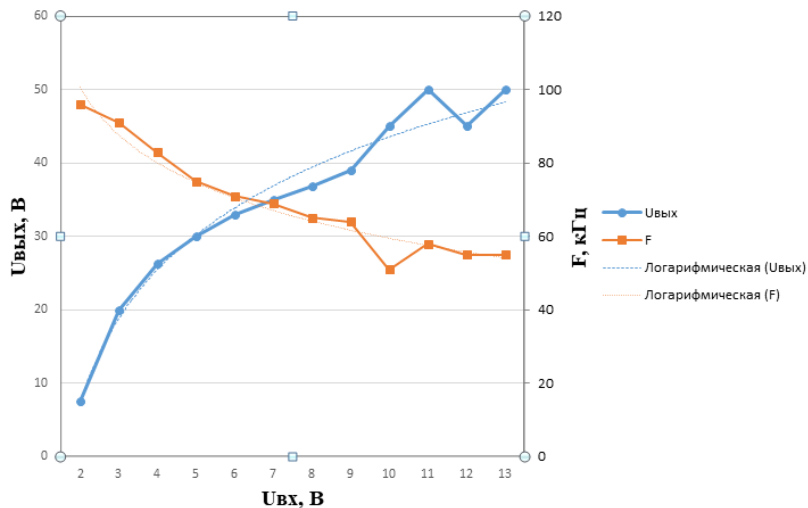


Рис.3 Зависимость выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$  (синяя линия) и частоты выходного напряжения  $F_{\text{вых}}$  (оранжевая линия) от входного напряжения  $U_{\text{вх}}$

Из данных приведенных на рисунке видно, что с ростом напряжения на входе частота монотонно приблизительно линейно падает. Напряжение при этом растет.

Осциллограммы выходного напряжения показаны на рис. 4 и рис.5

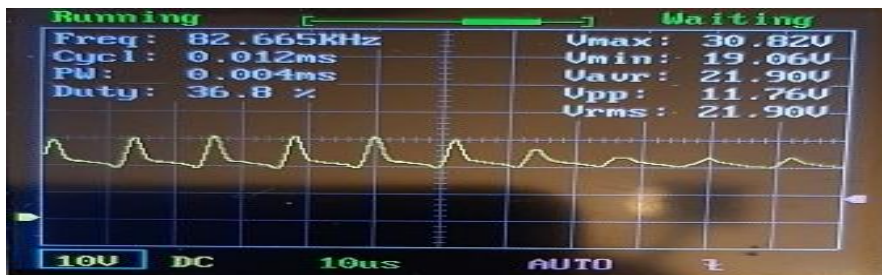


Рис. 4 Осциллограмма выходного напряжения с частотой 82,665 кГц.

Видно, что с ростом входного постоянного напряжения расчет и выходное напряжение и уже при входном напряжении на блокинг-генераторе, равном 3 В, выходное превышает 12 В. Это достаточно для зарядки аккумулятора. Из осциллограмм видно, что зарядка происходит импульсными токами с частотой от 50 до 90 кГц, причем меньшие частоты наблюдаются для больших напряжений.



Рис. 5 Осциллограмма выходного напряжения с частотой 60,06 кГц.

Для синхронного генератора прямого привода выходное напряжение, равное 3 В уже достигается при 20 об/мин, что соответствует скорости ветра около 1-1,5 м/с, в зависимости от типа ветроколеса. Уже при такой скорости ветра начинается зарядка аккумулятора. Это существенно увеличивает диапазон рабочих скоростей ветра для данной ВЭУ и, соответственно,

увеличивает коэффициент использования установленной мощности Киум ВЭУ, а значит и общую годовую выработку электроэнергии.

Данная работа будет продолжена с целью обоснования оптимальных технико-экономических параметров блокинг-генераторов, применяемых для малых ВЭУ.

Работа выполнена в рамках ГПНИ (№ГБ 21-10/1) шифр задания 2.29.

### Литература

1. В.Янцев Лавина в транзисторе. Моделист-конструктор №3, 1990г, с.39.  
УДК 681.32

### **Разработка алгоритма генерации скоростей ветра, имеющих заданное вероятностное распределение**

Червинский В.Л., Погирницкая С.Г.  
Белорусский национальный технический университет

Согласно прогноза консалтинговой компании McKinseyEnergyInsights [1], глобальное потребление электроэнергии удвоится к 2050 году и этот рост будет в основном обеспечен за счет возобновляемых источников энергии, главным образом за счет ветроэнергоустановки и солнечных энергоустановок, которые к 2035 году будут производить примерно до 50 %, а к 2050 году – до 73% потребляемой электроэнергии.

Для точной энергооценки места размещения данных установок необходимо проводить соответствующий мониторинг различных вариантов местности. Что касается солнечных установок, то здесь существует определенная закономерность, связанная с широтой местности: чем южнее – тем выше интенсивность солнечной инсоляции. В отношении ветроэнергоустановок ситуация довольно сложная и зависящая от степени открытости поверхности, высоты расположения, наличия береговой линии реки, озера, моря и т.д. Учитывая практически случайный разброс скоростей ветра в разрезе часов суток, дней и месяцев года, существуют методики оценки ветроэнергетического потенциала определенной точки местности. Существует и обратная задача, - моделирование ветрового потока с определенными, заранее заданными параметрами. Так, например, пусть задано распределение скоростей ветра (повторяемость) в течение какого-