

## Отзыв

официального оппонента

о диссертационной работе Галушцака В.С.

«Повышение эффективности сельскохозяйственных установок за счет использования аэробарических автономных источников энергии»  
представленной на соискание степени кандидата технических наук  
по специальности 05.20.02 – «Электротехнология и электрооборудование в сельском хозяйстве»

### Актуальность темы диссертации

Как известно, в России в 2009 году был принят федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (23.11.2009 № 261-ФЗ). Требованиями данного закона с его последующими изменениями предусматривает целый ряд организационно-технических мероприятий в различных сферах экономики и на различных уровнях управления по снижению удельного энергопотребления на производство продукции, товаров и услуг, в том числе снижение потребления электроэнергии осветительными приборами. Проблема снижения энергоемкости валового внутреннего продукта актуальна для всех отраслей народного хозяйства, в том числе для сельского хозяйства и будет актуальна всегда, поскольку в значительной мере удельное электропотребление определяет конкурентоспособность оборудования и продукции.

Особая роль при этом принадлежит разработке и внедрению новых энергоэкономичных технологий и оборудования. Именно этому направлению принадлежит работа диссертанта.

В технической литературе и целом ряде законодательных и подзаконных документов возобновляемую энергетику представляют как часть энергосбережения, хотя определенное различие этих двух направлений имеется. Строго говоря, энергосбережение направлено, в конечном счете, на снижение расхода топлива и энергии, а возобновляемая энергетика

направлена на замещение органического топлива. Данная работа еще интересна тем, что применение электроприборов с малым энергопотреблением (светодиодов) сделано возможным использование возобновляемых источников энергии для уличного освещения по оригинальной технологии, разработанной диссертантом.

В пользу актуальности темы диссертации следует добавить, что в настоящее время имеется реальная возможность покрыть значительную часть потребности сельских районов в электроэнергии, используя имеющиеся ресурсы возобновляемых источников энергии, в том числе ветра и солнца.

Так по данным оппонента, удельный валовый приход солнечной энергии Саратовской области составляет порядка  $1200 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  в год. А в целом по областям Южного Федерального округа приход солнечной энергии составляет порядка  $1300 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  в год.

Поэтому создание новых технологий использования энергии солнца и ветра и повышение эффективности существующих систем освещения является актуальной научно-технической задачей.

**Научная новизна данной работы состоит в следующем:**

- обосновано использование аэробарического эффекта для питания автономных уличных светильников;
- разработана оригинальная конструкция и электрическая схема светодиодного автономного уличного светильника за счет использования солнечной и ветровой энергии;
- разработан и испытан светодиодный источник света, получающий энергию от сети и обеспечивающий повышение энергетической эффективности;
- разработана оригинальная компьютерная программа расчета конструктивных параметров новых, разработанных автором осветительных приборов.

**Практическая ценность работы** подтверждается тем, что результаты диссертационной работы использованы предприятием ООО «Светозар» при

разработке технологии изготовления энергетически эффективных осветительных приборов общего и наружного освещения и в настоящее время производится выпуск более 10 модификаций прибора, предложенного диссертантом. Светильник с использованием аэробарического эффекта может найти применение как в сельском хозяйстве, так и для освещения дорог и объектов различного назначения, удаленных от сетей общего пользования.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждается использованием в работе общепринятых в науке методов исследования: математического моделирования, сходимостью расчетных и экспериментальных данных, созданием компьютерных программ, внесенных в государственный реестр, а также использованием результатов исследований в производстве.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Включает в себя 42 рисунка, 25 таблиц и приложений и списка литературы, включающего 145 наименований, всего 127 страниц.

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель исследования. Определены задачи исследования, указаны научная новизна и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** показана тенденция роста тарифов на селе на примере Волгоградской области, проанализированы направления повышения эффективности освещения в сельском хозяйстве за счет использования новых источников света, показаны преимущества светодиодных источников и возможности их применения в различных технологиях сельскохозяйственного производства, оценены перспективы использования ВИЭ для питания систем освещения на селе.

Оценен годовой приход солнечной радиации на горизонтальную площадку в разных городах России.

Заслуживает особого внимания, в том числе специалистов тепличного хозяйства, вывод о том, что светодиодное освещение позволяет выполнить осветительные устройства по всему спектру видимого света, включая задачи фотосинтеза растений.

**Во второй главе** изложены разработанные автором:

- принципы построения автономного уличного светильника и требования к нему; конструкция светильника, основная функция системы управления;
- электрическая схема уличного автономного светильника;
- проведена оценка ожидаемой выработки электроэнергии на солнечном и ветровом преобразователях;
- предложена эмпирическая формула для расчета генерирующей мощности за счет использования энергии ветра и солнца;
- предложена номограмма для расчета геометрических размеров аэробарического участка части опоры светильника;
- разработана математическая модель и программа расчета конструктивных параметров автономного уличного светильника;
- разработан светодиодный источник света повышенной эффективности системы освещения, работающий в сети общего пользования и его электрическая схема.

**В главе 3** приведены данные экспериментальных исследований на разработанном макете автономного уличного светильника, которые подтверждают теоретические расчеты и корректность предложенной эмпирической формулы.

Проведено сравнение энергетических и светотехнических характеристик разработанного сетевого источника света с существующими аналогами, в результате которого установлено, что разработанные источники имеют светоотдачу в 22 раза выше, чем лампы накаливания и в 2,5 раза выше, чем энергосберегающие лампы. При этом потребляемая активная мощность предложенных новых источников в 13 раз ниже, чем у ламп накаливания и в 2,7 раза ниже, чем у энергосберегающих ламп.

Приведены данные по испытаниям светодиодной светоизлучающей головки, подтверждающие высокую степень совпадения расчетных и экспериментальных данных силы света.

**В четвертой главе** приведена оценка выработки электроэнергии источников питания уличных светильников при его установке в Волгоградской области за счет энергии ветра и солнца с целью определения достаточности ресурсов для предложенной установки.

Представлены результаты расчетов экономической эффективности различных систем наружного освещения в результате которых установлено, что предлагаемая система уличного освещения с автономными осветительными приборами с использованием энергии солнца и ветра для сельских территорий имеет приемлемый срок окупаемости порядка 6,5 лет.

Предложен критерий оценки экономической эффективности источников света.

В диссертационной работе охвачен широкий круг вопросов, связанных с современными инновационными технологиями в системах освещения, что подтверждает высокую эрудицию автора в данной проблеме.

Результаты диссертационной работы обобщены в выводах по каждой главе и заключении, состоящим из пяти пунктов. Выводы с достаточной полнотой раскрывают сущность диссертационной работы. По теме диссертации опубликованы 43 печатных работы, в том числе 6 работ в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Получены: патент РФ на изобретение, 3 патента РФ на полезную модель, свидетельство РФ на полезную модель, свидетельство РФ о регистрации программы для ЭВМ.

#### **Основные замечания по диссертационной работе.**

1. Стр.31, Таб. 1.5. Написано: Годовая инсоляция, МВт. На самом деле это удельный приход солнечной энергии (инсоляции, радиации) и измеряется он в кВт.ч/м<sup>2</sup> в год или МВт.ч/м<sup>2</sup> в год. И значение, указанные в таб.

соответствуют именно этим показателям. (см. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива под редакцией Безруких П.П., ИАЦ Энергия, 2007).

Перед таб. 1.5 написано «максимальная инсоляция для средней полосы России составляет  $900 \text{ Вт/м}^2$ , которая и будет использоваться нами в теоретических расчетах.». Это приводит к существенным неточностям. По данным Атласа ветрового и солнечного климата России (под ред. д.г.н. М.М. Борисенко и к.г.н. В.В. Стадник, Санкт-Петербург, 1997 г., ГГО им. А.И. Воейкова) суммарная солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность для средней полосы России составляет от  $3600$  до  $4000 \text{ МДж/м}^2$  или от  $1000 \text{ кВт.ч/м}^2$  в год до  $1111 \text{ кВт.ч/м}^2$  в год. Принимаем продолжительность солнечного сияния в средней полосе России  $2000$  часов. Средняя мощность составит от  $0,5 \text{ кВт/м}^2$  в год до  $0,55 \text{ кВт/м}^2$  в год или от  $500$  до  $555 \text{ Вт/м}^2$  в год. Именно такого рода данные должны быть взяты за основу расчетов прихода солнечной радиации.

2. Стр. 47. Приведенная формула (2.11) определения мощности ветротурбины справедлива, когда ветроколесо находится в свободном потоке. В аэробарической установке ветроколесо находится в трубе. Условия работы существенно меняются. Как изменится результат вычисления мощности при учете указанного выше соображения?

3. Стр. 48. Приведенная на стр. формула (2.15) некорректна. Площадь, ометаемая ветроколесом, уже входит в значение мощности, а в приведенном виде единица измерения мощности получается  $[\text{Вт.ч.м}^2]$ , а она измеряется в  $\text{Вт.ч.}$

4. Стр. 51. Эмпирическая формула мощности генератора на аэробарическом светильнике должна учитывать граничные условия, а именно: в диапазоне скоростей от  $0$  до стартовой скорости составляющая мощности от воздушного потока должна быть равна нулю. А при достижении генератором номинальной мощности должно наступить ограничение по мощности генератора.

5. Стр. 55. При использовании номограмм рис. 2.12 для определения диаметра трубы, кроме задаваемой мощности и высоты трубы необходимо учитывать и среднегодовую скорость ветра. Поскольку эта величина входит в формулу 2.17, по которой строится номограмма. Следовательно, должно быть указано при какой скорости ветра получено семейство кривых на рис. 2.12.

6. Стр. 84. Расчет производства солнечной энергии выполнен некорректно. Следовало бы ориентироваться на данные литературы, указанные в п.1 замечаний. Но результат получается примерно одинаков, если принять коэффициент преобразования солнечной энергии  $K_{\text{пр}} = 0,25$ .

7. Стр. 85. Известно, что данные о скорости ветра на метеорологических станциях фиксируются на высоте флюгера 10 или 12 м. Высота осветительной мачты, определенная в работе, равна 6, 5 м. На какой высоте измерялась скорость ветра при проведении натурного эксперимента? Как повлияет это обстоятельство на достаточность ветровой энергии для работы предполагаемого аэробарического светильника?

8. Стр. 88. Расчет ожидаемой выработки за счет ветровой энергии выполнен некорректно. При расчете энергии, выработанной за счет энергии ветра, число часов принято 6622 вместо 8760, а вместо ометаемой площади ветроустановки на верху столба, взята площадь солнцеприемной поверхности. Но результат по корректной формуле и ометаемой поверхности порядка  $1,23\text{м}^2$  дает примерно тот же результат. Так что вывод о достаточности солнечной и ветровой энергии для для функционирования аэробарической осветительной установки можно считать приемлемым.

#### **Замечания по тексту диссертационной работы.**

1. Стр.17, табл.1.3. последний столбец озаглавлен «Удельная световая энергия, вырабатываемая за срок службы (среднее значение), млн.Вт.час. Слово «удельная» означает по отношению к чему-нибудь. Что имеется в виду в данном случае?

2. Стр.29, пятая строка снизу. Написано «питание осуществляется от ВРУ ближайших к периметру зданий» Что такое ВРУ?

3. Стр.35. В выводе 3 утверждается, что использование энергии солнца и ветра способно обеспечить надежную работу систем освещения. Но по ресурсу ветра дается ссылка лишь на рис.1.13, на котором отсутствуют значения ресурсов ветровой энергии, скорее это сделано в главе 2.

4. Стр.38, рис. 2.2 и стр.39. не показано, где находится зарядное устройство аккумулятора и не упоминается в тексте.

5. Стр.69. Не указана высота трубы экспериментального светильника и как определялась разница давления воздуха в трубе.

6. Стр.75. Таблица 3.1. активная мощность всюду отрицательна. А при работе вентилятора и лампы накаливания коэффициент мощности имеет также отрицательное значение (строка №12 и №13). Как это понимать?

7. Стр.84. Параграф 4.1. Назван: «Оценка ожидаемой выработки электроэнергии уличным светильником при его установке в Волгоградской области». Поскольку светильник потребляет энергию, правильно было бы обозначить: о выработке электроэнергии источником питания светильника.

8. Стр. 99. Требуется пояснения по рис. 4.6. Какая величина отложена по оси ординат? Значения срока окупаемости на рис. не обозначены.

9. Заключение по диссертационной работе содержит «рекомендации» и «перспективы дальнейшей разработки темы». С рекомендацией согласен, а указанная «перспектива дальнейшей работы» вызывают большие сомнения. Следовало бы в дальнейшем тщательно отработать конструкцию и определить возможности ее использования в разных климатических зонах.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, научной и практической значимости ее результатов.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой по своей актуальности, научной новизне и



прикладному значению, отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней и званий», предъявленным к кандидатским диссертациям и требованиям к специальности 05.20.02 – «Электротехнология и электрооборудование в сельском хозяйстве», а ее автор Галушак Валерий Степанович вполне достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнология и электрооборудование в сельском хозяйстве».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник

Безруких Павел Павлович  
07. 12. 2015 г.

Подпись Безруких П.П.  
заверяю, ученый секретарь  
ОАО «ЭНИН»



/Н.М. Корценштейн/

Сведения об оппоненте:

Безруких Павел Павлович

почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, 19.

тел. 8(495) 770-34-16, эл. п. [bezruky@yandex.ru](mailto:bezruky@yandex.ru),

Открытое акционерное общество «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского» (ОАО «ЭНИН»).

Зав. отделением новых технологий и нетрадиционной энергетики.