

---

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ  
ДИССЕРТАЦИИ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.08

**Соискатель:** Акбари Саба

**Тема диссертации:** «Разработка энергоустановки на базе возобновляемых источников энергии для питания беспроводных датчиков газа»

**Специальность:** 05.14.08 – «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**

На заседании 26 декабря 2016 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Акбари Саба ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** *председатель диссертационного совета Равикович Ю.А., ученый секретарь диссертационного совета Зуев Ю.В., члены диссертационного совета:*

Абашев В.М., Агульник А.Б., Демидов А.С., Дзюбенко Б.В., Коротеев А.А., Кочетков Ю.М., Краев В.М., Кулешов Н.В., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Назаренко И.П., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Попов Г.А., Светлов В.Г., Тазетдинов Р.Г., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Ученый секретарь диссертационного совета  
Д.212.125.08, д.т.н., профессор

Зуев Ю.В.



---

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 26.12.2016 № 20

О присуждении Акбари Саба, гражданину Ирана ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка энергоустановки на базе возобновляемых источников энергии для питания беспроводных датчиков газа» по специальности 05.14.08 – «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии» принята к защите 24.10.2016, протокол № 14 диссертационным советом Д 212.125.08 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) Министерства образования и науки Российской Федерации, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, приказы Министерства образования и науки Российской Федерации: о создании диссертационного совета - №2249-1460 от 02.11.2007г., об изменении состава диссертационного совета № 1986-540/1460 от 21.11.2008г., о продлении срока действия диссертационного совета – № 1925-601 от 08.09.2009г, о соответствии диссертационного совета Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук - №105/нк от 11.04.2012 г., об изменении состава

---

диссертационного совета №508/нк от 22.08.2012 г., об изменении состава диссертационного совета - №548/нк от 06.10.2014 г.

Соискатель Акбари Саба 1988 года рождения, в 2012 окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского». В 2016 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Баранов Александр Михайлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии», профессор.

**Официальные оппоненты:**

- Людин Валерий Борисович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», кафедра «Информационные и электротехнические системы и технологии», профессор;

Фанченко Сергей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, НИЦ «Курчатовский институт», институт информационных технологий, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГАОУВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Першенковым В.С., доктором технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Микро- и нанoeлектроника», Подлепецким Б.И., кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Микро- и нанoeлектроника», Вороновым Ю.А., кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Микро- и нанoeлектроника» и утвержденном и.о. проректора по инновационному развитию, Каргиним Н.И. указала, что диссертационная работа Акбари Саба является законченной работой, в которой содержится решение задачи по разработке гибридного источника питания аккумулирующего энергию от солнечной и ветровой энергии, имеющей значение для обеспечения мощности беспроводным датчикам газа. Результаты диссертационной работы Акбари Саба могут быть использоваться в: ООО «Научно-технический центр измерительных газочувствительных датчиков», ООО «НПЦ АТБ», ФГУП «СПО» Аналитприбор», ОАО «НПП» Дельта». Диссертация соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Акбари Саба заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 – «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии».

**Соискатель имеет 11 опубликованных работ**, в том числе по теме диссертации 11 работ общим объемом 5,96 печатных листа; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3; статей в других изданиях -1, тезисов докладов конференций – 7. 7 работ написаны единолично, 4 – в соавторстве.

В опубликованных работах рассматривается проблема создания энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии для питания малопотребляющих автономных беспроводных датчиков газа, предназначенных для мониторинга токсичных и горючих газов в воздухе и размещаемых в местах,

где отсутствует электрическое питание. Для решения поставленных задач соискатель провел анализ возобновляемых источников энергии с точки зрения их эффективного применения для обеспечения питания малопотребляющих электронных устройств и систем, разработал энергоустановку, обеспечивающую сбор и аккумуляцию энергии Солнца и ветра, предложил энергоэффективный алгоритм зарядки накопителей электрической энергии (суперконденсаторов) и провел эксперименты, подтвердившие возможность длительной автономной работы беспроводных датчиков угарного газа и метана с питанием от разработанной энергоустановки.

Наиболее значимыми работами соискателя являются следующие:

1. Акбари С. Автономный беспроводной датчик угарного газа с питанием от альтернативных источников энергии [текст] /С. Акбари, А.М. Баранов, А.С. Сомов, Д.Н. Спирыкин // Датчики и системы. 2016. №2. – С. 48-53.
2. Baranov A. Optimization of power consumption for gas sensor nodes: A survey / A. Baranov, D. Spirjakin, S. Akbari, A. Somov // Sensors and Actuators A: Physical. 2015. V. 233. P. 279–289.
3. Baranov A. POCO: ‘Perpetual’ operation of CO wireless sensor node with hybrid power supply / A. Baranov, D. Spirjakin, S. Akbari, A. Somov, R. Passerone // Sensors and Actuators A: Physical. 2016. V. 238. P. 112–121.
4. Spirjakin D. Energy Harvesting Algorithms for Wireless Multi-Sensor Gas Platform / D. Spirjakin, A. Baranov, S. Akbari // IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems, 13-14 June 2016, P. 1-6.
5. Baranov A. A wireless carbon monoxide sensor node with hybrid power supply / A. Baranov, D. Spirjakin, S. Akbari, A. Somov, R. Passerone // IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC'15), 11-14 May 2015, P. 1019 – 1023.

- 
6. Akbari S. Energy Harvesting for Wireless Sensor Networks Review / S. Akbari // Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 07-10 September 2014, P. 987 – 992.
  7. Акбари С. Анализ существующих возобновляемых источников энергии для беспроводных сенсорных систем [текст] / С. Акбари // Научные труды (Вестник МАТИ). 2014. Вып. 24(96). М.:МАТИ - С.89-96.
  8. Акбари С. Платформа аккумуляции энергии из окружающей среды для питания беспроводного датчика угарного газа [текст] / С. Акбари, Д.Н. Спирыкин // XLII Международная молодежная научная конференция «Гагаринские чтения 2016». 2016г. том 3 – С. 165– 166.
  9. Акбари С. Гибридные альтернативные источники энергии для беспроводных газовых датчиков [текст] / С. Акбари, А. Приставка // XLI Международная молодежная научная конференция «Гагаринские чтения 2015». 2015г. том 2 - С. 241 – 242.
  10. Акбари С. Ветровая энергия как альтернативный источник для питания датчиков [текст] / С. Акбари // XL Международная молодежная научная конференция «Гагаринские чтения 2014». 2014г. том 3– С. 5 – 6.
  11. Акбари С. Анализ альтернативных источников для беспроводных датчиков [текст] / С. Акбари // XXXIX Международная молодежная научная конференция «Гагаринские чтения 2013». 2013г. том 3– С. 54 – 55.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации ФГАОУВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

В качестве замечания были отмечены:

1. В обзоре работы можно рассматривать и другие виды возобновляемых источников энергии.

---

2. Во второй главе отсутствуют теоретические расчеты по выбору оптимального размера солнечной панели и ветрогенератора.

3. Во второй главе не хватает описания недостатков применения ключевых стабилизаторов напряжения.

4. Другим недостатком разработки энергоустановки является использование микроконтроллера ATmega32A4. В списке, приведенном в диссертации, существует другой вариант микроконтроллера - MSP430F247 энергопотребление которого меньше, чем предложенного автором работы.

5. В третьей главе отсутствует схмотехническое моделирование или поиск альтернативных схмотехнических решений для узлов разработанной энергоустановки по аккумулированию энергии от возобновляемых источников энергии.

6. Отсутствует экономический анализ стоимости прототипа разработанной энергоустановки по сравнению с другими техническими решениями автономного питания беспроводных датчиков газа.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента** д.т.н., профессора кафедры «Информационные и электротехнические системы и технологии» ФГБОУ ВО Российского государственного аграрного заочного университета Людина Валерия Борисовича.

В отзыве приведены следующие замечания:

1. В разделе 2.1 диссертации для беспроводной сенсорной платформы была выбрана SOC EM357 с интегрированным трансивером ZigBee и микроконтроллером, на который можно было возложить функции управления сенсорной платформой, а не предусматривать для этого отдельный микроконтроллер ATmega32A4.

2. В разделе 3.1 диссертации не приведено обоснование выбора параметров накопительных конденсаторов энергоустановки. На мой взгляд, в исследовании

---

следовало предложить методику выбора емкости этих конденсаторов в зависимости от параметров энергоустановки.

3. В схеме выбора источника питания (рис. 3.5) МОП транзисторы VT4-VT7 избыточны, так как для выбора накопительного конденсатора с наибольшим запасом энергии (с) достаточна схема диодного “ИЛИ” VD2,VD5.

4. На блок-схеме энергоустановки (рис. 3.1 диссертации или рис. 4 автореферата) следовало показать DC-DC преобразователь, используемый для регулирования напряжения солнечной панели.

5. Следует отметить отдельные недочеты в оформлении автореферата и диссертации. Так, например, в автореферате список основных публикаций по теме диссертации оформлен не в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011, в диссертации на рис. 2.10 приведена схема инвертирующего DC-DC преобразователя, а в подписи он трактуется как повышающий/понижающий.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента** канд. физ.-мат.наук, ведущего научного сотрудника института информационных технологий НИЦ «Курчатовский институт» Фанченко Сергея Сергеевича.

В отзыве есть следующие замечания:

1. Обзор литературы не является достаточно полным, в нем, например, отсутствуют упомянутые выше обзоры китайских авторов, которые занимают одни из лидирующих позиций по этому направлению. В то же время зачем-то приводится описание принципов действия оптических газовых датчиков, практически не имеющих никакого отношения к теме диссертации — достаточно сказать, что разработанная энергоустановка не может обеспечить высокое энергопотребление, необходимое для работы инфракрасных датчиков.

2. Проведенные испытания были проведены фактически в комфортных, лабораторных условиях (ветер, например, симулировался вентилятором), а было бы полезно провести испытания в реальных, неблагоприятных погодных



---

условиях, например в условиях обледенения, которые являются весьма критичными для ветрогенераторов, или урагана, чтобы в итоге оценить, насколько надежной является разработанная энергоустановка.

3. Во второй главе диссертации полезно было бы добавить более подробные модели поведения возобновляемых источников энергии с более содержательными и оригинальными формулами, поскольку приводимые формулы являются общеизвестными и не могут считаться оригинальными.

**Отзыв на автореферат** диссертации к.х.н., в.н.с. химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Напольского Кирилла Сергеевича.

В отзыве имеется следующее замечание.

1. В автореферате стоило кратко привести информацию об известных методах уменьшения энергопотребления электронных устройств, которые применяются на практике или описаны в научно-технической литературе.

**Отзыв на автореферат** диссертации к.т.н., начальника отдела печатной электроники ООО «НИИИТ» Нисана Антона Вячеславовича.

В отзыве указано следующее замечания.

1. Можно было бы применять пьезоэлектричество в качестве третьего источника возобновляемой энергии.

**Отзыв на автореферат** диссертации к.т.н., генерального директора ООО «Фирма «Аэротест» Фаерштейна Леонида Борисовича.

В отзыве указано следующее замечания.

Автор провел теоретический анализ энергопотребления различных беспроводных датчиков газа (угарного и метана), на основе которого им были обоснованы и выбраны источники альтернативной энергии. Тем не менее, в автореферате диссертации не хватает обоснования выбора параметров

---

солнечной батареей и ветрогенератора, а также параметров суперконденсаторов (емкости и номинального напряжения), используемых в качестве накопителей собираемой электрической энергии.

**Отзыв на автореферат** диссертации к.т.н., доцента кафедры МОСИТ МИРЭА Басока Бориса Моисеевича.

В отзыве приведены следующие замечания:

1. В обзоре, приведенном в автореферате, следовало бы привести примеры исследований с возобновляемыми источниками энергии.
2. При выполнении экспериментов можно было бы проводить зарядку суперконденсаторов от солнечной панели при разных временах года, чтобы исследовать влияние изменения солнечного излучения на данный процесс.

**Отзыв на автореферат** диссертации д.х.н., профессора кафедры «ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. Гоффмана Владимира Георгиевича.

В отзыве отмечено одно замечание:

Было бы полезно добавить третий источник возобновляемой энергии к энергоустановке в качестве которого можно привести термоэлектричество. Поскольку предложено применять разработанную систему для питания датчиков осуществляющих мониторинг газового состава по трубопроводным сетям, можно было бы аккумулировать электрическую энергию за счет разности между температурой внутри трубы и окружающей средой.

**Отзыв на автореферат** диссертации к.х.н., начальника отдела ФГУП СПО «Аналитприбор» Шорохова А.В.

В отзыве указаны следующие замечания:

1. Зарядку суперконденсаторов от солнечной панели необходимо проводить до их максимального уровня 2,7 В. Это условие соблюдено при зарядке суперконденсатора от ветрогенератора.

---

2. Не проведен анализ систем электропитания на основе возобновляемых источников, применяемых в промышленных системах газового анализа.

**Отзыв на автореферат** диссертации доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой компьютерной инженерии и программной инженерии института компьютерных наук и технологического образования РГПУ им. А.И. Герцена Флегонтова Александра Владимировича.

В отзыве есть следующие замечания:

1. Отсутствует информация по внедрению, таким образом, истинность некоторых результатов только теоретическая, не подтвержденная реальной практикой.

2. У литиевых аккумуляторов при низких температурах (что характерно для РФ) происходит снижение мощности до 40-50%. Этот фактор нужно также учитывать.

3. В работе не представлены временные характеристики автономности работы самих энергоустановок и промежутков их обслуживания.

Очень примитивно показаны результаты эксперимента на рисунке 7. Почему измерялось время зарядки только в одной точке параметра ветра 4 м/с?

**Отзыв на автореферат** диссертации доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой промышленной энергетики Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого (НовГУ) Швецова Игоря Васильевича.

В отзыве указано следующее замечание:

Из автореферата не ясно влияние климата на показания и погрешность датчиков, которые зависят от процента влажности в регионе. Так, например, влажность в Северо-Западном регионе доходит до 99%, а в Оренбурге 40-60% считается нормой. Кроме этого, нельзя не учитывать количество солнечных дней в регионе. В том Северо-Западном регионе солнечных дней за последние годы в

---

среднем составляет около 80, а в Краснодарском крае в два раза больше. Вопрос о том, как были учтены климатические условия для различных регионов при разработке данной энергоустановки?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и достижениями в отрасли науки, связанной с тематикой диссертации, наличием у них актуальных публикаций в соответствующей и смежных сферах научных исследований, способностью квалифицированно оценить научную и практическую ценность и актуальность диссертации. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** методика и алгоритм аккумулирования солнечной и ветровой энергии, позволяющие увеличить как скорость накопления, так и величину накопленной в суперконденсаторах энергии.

**предложено** схемотехническое решение, расширяющее применение возобновляемых источников энергии для питания малопотребляющих автономных электронных устройств, в частности, датчиков токсичных и горючих газов, функционирующих в составе беспроводных сенсорных сетей.

**исследованы** характеристики экспериментального образца энергоустановки при использовании ее в качестве источника автономного питания беспроводных датчиков метана и угарного газа.

**доказана** возможность длительной автономной работы беспроводных датчиков угарного газа и метана с питанием от разработанной энергоустановки, что позволяет использовать датчики для мониторинга токсичных и взрывоопасных газов в местах с отсутствующим сетевым питанием.

---

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов включающих в себя теоретические расчеты и экспериментальные методики;**

**доказано,** что разработанные в диссертации подходы дополняют методологию измерений состава воздуха на больших территориях, где отсутствует сетевое питание, с использованием беспроводных сенсорных сетей, а также расширяют арсенал технических средств для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с превышением значений предельно допустимой концентрации токсичных газов или нижнего концентрационного предела распространения пламени горючих газов, на предприятиях различных отраслей промышленности;

**изложены** принципы проведения энергоэффективных измерений концентрации токсичных и горючих газов с помощью электрохимических и термokatалитических сенсоров, соответственно, при их работе в составе автономных беспроводных датчиков газа;

**изучены** режимы одновременной эффективной зарядки суперконденсаторов от альтернативных источников энергии в виде солнечных батарей и ветрогенераторов постоянного тока.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны** методики и алгоритмы аккумулирования солнечной и ветровой энергии в суперконденсаторах;

**определены** перспективы применения разработанной энергоустановки для питания малопотребляющих электронных устройств, в том числе, беспроводных датчиков токсичных и горючих газов.

---

**создан** экспериментальный образец энергоустановки на базе возобновляемых источников энергии для питания малопотребляющих электронных устройств, полученные результаты использованы в курсе лекций “Цифровые устройства радиоэлектронных средств”.

**представлены** рекомендации по дальнейшему совершенствованию разработанной энергоустановки и ее практическому применению в промышленных и бытовых условиях.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для** экспериментальных работ использовались современные инструментальные методы и технические средства, показана воспроизводимость экспериментальных результатов;

**идея базируется** на анализе проблем возникающих на практике при развертывании беспроводных сенсорных сетей, обеспечивающих мониторинг газового состава, в местах с отсутствующим электрическим питанием;

**установлено,** что теоретические положения и полученные данные согласуются с известными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

непосредственном участии соискателя на всех этапах исследования и подготовки диссертации, разработке схемотехнического решения энергоустановки аккумулирующей энергию от возобновляемых источников энергии для питания автономных беспроводных датчиков газа, разработке методики и алгоритма аккумулирования солнечной и ветровой энергии, позволяющие увеличить как скорость накопления, так и величину накопленной в суперконденсаторах энергии, постановке и проведении экспериментальных исследований

---

характеристик экспериментального образца энергоустановки в качестве автономного источника питания беспроводных датчиков метана и угарного газа, подготовке статей на основе результатов исследования в рецензируемых журналах и конференциях.

На заседании 26.12.2016 диссертационный совет принял решение присудить Акбари Саба ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета  
Д 212.125.08

 Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д 212.125.08

 Зуев Юрий Владимирович

26 декабря 2016