

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

---

## ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

**3 2014**

---

---

---

Научный журнал Павлодарского государственного университета  
имени С. Торайгырова

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на учет средства массовой информации

№ 14310-Ж

выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия

Республики Казахстан

17 апреля 2014 года

Кислов А.П., к.т.н., доцент (главный редактор);  
Лыцкова Ю.А., к.т.н., доцент (заместитель главного редактора);  
Акаев А.М., (ответственный секретарь);

**Редакционная коллегия:**

Алиферов А.И., д.т.н., профессор, зав.каф.НГТУ (г. Новосибирск, Россия);  
Бороников Ю.С., к.т.н., профессор, Национальный исследовательский  
ТПУ, проректор-директор Энергетического института (г. Томск, Россия);  
Новожилов А.Н., д.т.н., профессор;  
Горюнов В.Н., д.т.н., профессор, ОмГТУ, директор Энергетического  
института (г. Омск, Россия);  
Говоруни В.Ф., д.т.н., профессор;  
Захиров И.В., д.т.н., профессор;  
Клецель М.Я., д.т.н., профессор;  
Никифоров А.С., д.т.н., профессор;  
Тастенов А.Д., к.т.н., доцент;  
Хачевский В.Ф., д.т.н., профессор;  
Нурсолиева Б. В. (тех. редактор).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.  
Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.  
Рукописи и дискиеты не возвращаются.  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Азаматова Д. А., Тулебаева Ж. А.</b> Эффективное использование насосного оборудования систем гидроочистки .....	12
<b>Аринов Е., Сартаев К. З., Байжуманов М. К., Карипбаев С. Ж.</b> Механизм демпфирования нутационных колебаний ротора электростатического гироскопа .....	16
<b>Аринов Е., Сартаев К. З., Байжуманов М. К., Карипбаев С. Ж.</b> Движение упругого ротора электростатического гироскопа с переменным моментом инерции в неконтактном подвесе .....	25
<b>Ахметбаев Д. С., Ахметбаев А. Д.</b> Системные функции сопротивления двухполюсников .....	33
<b>Бек Е. В.</b> Влияние сланцевой революции в США на европейский газовый рынок .....	43
<b>Бек Е. В.</b> Пересмотр долгосрочных контрактов (ДСК) ООО «Газпром экспорт» на европейском газовом рынке .....	46
<b>Бороденко В. А.</b> Об оценке устойчивости систем управления в MATLAB .....	51
<b>Бороденко В. А.</b> Аналитическое представление переходного процесса в MATLAB .....	62
<b>Гоненко Т. В., Хацевский В. Ф., Гоненко К. В.</b> Выбор оборудования для установок автоматического пожаротушения .....	69
<b>Глок К. С.</b> Автоматизация мазутного комплекса .....	75
<b>Джаманбаев М. А., Токенов Н. П.</b> Исследование статистических материалов по пляске проводов в условиях Казахстана .....	81
<b>Исенова А. Ж.</b> Модернизация системы вентиляции производственного помещения .....	86
<b>Комлева Е. В.</b> Антропосоциальные аспекты проблемы ядерных отходов .....	90
<b>Калиев Б. З., Садуакасова Г. М., Габдулов А. У.</b> О некоторых характеристиках энергетических преобразователей .....	121
<b>Кайдар А. Б., Шалкенов Б. К., Марковский В. П.</b> Оценка средних и действующих значений тока, мощности статических потерь на этапах коммутации инвертора с широтно-импульсной модуляцией для систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии .....	129
<b>Кайдар А. Б., Кольгин В. С., Шалкенов Б. К., Марковский В. П.</b> Экспериментальные исследования инвертора с широтно-импульсной модуляцией для систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии .....	137

<b>Кайдар А. Б., Говорун В. Ф., Шапкенов Б. К.</b>	
Проблема и перспективы применения линий и вставок постоянного тока .....	144
<b>Кайдар А. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Акаев А. М.</b>	
Оптимизация параметров систем электроснабжения с применением системного регулирования энергопотребления .....	153
<b>Кайдар А. Б., Шапкенов Б. К., Падруль Н. М.</b>	
Повышение эффективности преобразования энергии ветра .....	158
<b>Кислов А. П., Марковский В. П., Деревягин С. И., Изонин С. И., Кривко Л. И.</b>	
Влияние магнитопровода и загрузки на индуктор в цилиндрической системе нагрева .....	165
<b>Лолатина Л. Г., Никитин К. И.</b>	
Алгоритм направленной токовой защиты без цепей напряжения .....	174
<b>Лукутин Б., Сарсикеев Е., Кислов А., Мустафина Р.</b>	
Формирование факторов и критериев энергоэффективности на примере автономных систем энергоснабжения .....	181
<b>Лукутин Б. В., Сурков М. А., Сарсикеев Е. Ж., Мустафина Р. М., Мустафина Д. Б.</b>	
Математическая модель автономной ветродизельной электростанции с переменной частотой вращения .....	189
<b>Мендыбаев С. А., Байкенова Н. Б., Кривко Л. И., Любецкая М. А.</b>	
Разработка математической модели воздухонагревательной установки .....	195
<b>Мендыбаев С. А., Байкенова Н. Б., Кривко Л. И.</b>	
Разработка математической модели системы регулирования давления воздуха в калориферной установке .....	200
<b>Муханова Б. Г.</b>	
Структура и типизация данных для базы георадиолокаций .....	205
<b>Никифоров А. С., Приходько Е. В.</b>	
Современные тенденции в развитии и использовании брикетного топлива .....	216
<b>Нагорнюк А. А., Писарчук А. А.</b>	
Автоматизированное определение параметров цифровых радиосигналов с закруглёнными формами фазовых созвездий .....	220
<b>Новожилов А. Н., Акаев А. М., Новожилов Т. А., Волгина Е. М.</b>	
Простая математическая модель для определения токов в обмотках синхронного компенсатора в рабочем режиме .....	232
<b>Оришевская Е. В., Приходько Е. В.</b>	
Микроскопический анализ золы Экибастузского угля при работе азрофилтра .....	237
<b>Птицын Д. В., Птицына Е. В., Кислов А. П., Бойко Г. Ф.</b>	
Влияние частоты на работу асинхронного двигателя .....	243
<b>Хацевский В. Ф., Хацевский К. В.</b>	
Энергосберегающие индукционные установки для нагрева и обработки жидкостей .....	251

*Жер асты георадиолокация деректерімен жұмыс жасауға арналған реляциялық деректер қорының құрылымы және деректерінің типтері ұсынылған. Информацианы келесі топтарға бөлу ұсынылған: материалдар мен орталардың электр қасиеттерін сипаттайтын деректер; ортаның түрлі математикалық моделдерін сипаттайтын деректер; кәдімгі моделдер сипаттамалары; дағадағы эксперименттер мен қолданылған аппаратураны сипаттайтын деректер. Орталар мен материалдарды сипаттайтын және математикалық моделдеуге қатысты дерек қорларының құрылымы ұсынылған. Деректерге сәйкес типтер арналып, реляциялық кестелердің сулбалары жасалған. Кестелердегі жазулардың мысалдары келтірілген.*

*A classification of the data and structure of a relational database for GPR data is proposed. The information is divided to the following groups: the data associated with the description of materials and media properties; the data associated with mathematical models of media; data on full-scale models, data from field experiments and equipment. The database structure on the properties of media and materials and database for mathematical models of media are described. Data typing and description of patterns of relational tables are carried out. Several examples of table entries are given.*

УДК 621.184

**А. С. Никифоров, Е. В. Приходько**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ БРИКЕТНОГО ТОПЛИВА**

*В статье проводится анализ способов использования топливных брикетов из возобновляемых ресурсов.*

В настоящее время на рынке Казахстана имеется достаточно широкий спектр источников энергии: начиная от классического органического угля и заканчивая возобновляемыми источниками энергии – солнечными батареями и ветряными генераторами. Таким образом, становится актуальным вопрос об эффективности применения источника энергии для конкретного потребителя.

Источником тепловой энергии для тепловых потребителей Павлодарского региона в частных домах, как правило, являются водогрейные котлы, сжигающие местные угли. В данной статье будет рассматриваться использование альтернативного возобновляемого источника энергии – топливных брикетов из возобновляемой органической массы. Этой органической массой могут являться: мусор, древесина, биотопливо и прочие.

Топливные брикеты из возобновляемой органической массы пока не распространены на территории Республики Казахстан, но учитывая мировые тенденции как в области сокращения использования невозобновляемых источников энергии, так и с позиции экологии необходимо уделить внимание этому вопросу.

Проведём анализ использования топливных брикетов из возобновляемой органической массы в котлах малой мощности. Использование топливных брикетов возможно по двум направлениям:

– во-первых, это «классическое» сжигание брикетов на колосниковой решётке. Это наиболее простой, но наименее эффективный из рассматриваемых способов. Достоинством является надёжность, отсутствие сложных механизмов и высокой квалификации эксплуатирующего персонала. Стоит также упомянуть о низкой зольности топливных брикетов, которая составляет порядка 6-10%, что облегчает обслуживание водогрейных котлов. При использовании современных водогрейных котлов можно получить высокий КПД (около 80%) и низкое содержание вредных веществ в уходящих газах. Всё это, и дополнительно отсутствие проблем с утилизацией золы (зола многих брикетов может быть использована в качестве удобрения) создаёт предпосылки для широкого использования топливных брикетов из возобновляемой органической массы при условии стоимости брикетов не выше стоимости угля.

– во-вторых, использование брикетов в печах пиролиза. Данные печи имеют более высокий КПД (по сравнению со слоевым сжиганием) за счёт меньших потерь теплоты с недожогом. Конечно, в обслуживании они сложнее, но увеличение их числа в последнее время говорит об их преимуществах.

В качестве основы работы котла используется процесс пиролиза или так называемой сухой перегонки. Суть процесса заключается в следующем: сочетание высокой температуры и недостаточного поступления кислорода заставляет дрова без горения разлагаться на древесный уголь и пиролизный газ. Пиролизные котлы обеспечивают температуру от 200 до 800 градусов, достаточную, чтобы запустить пиролиз древесины. В процессе извлечения газа выделяется дополнительная теплота. Газ поступает в зону горения уже подогретым. На следующем этапе пиролизный газ соединяется с кислородом, содержащимся в воздухе, и сгорает. При сгорании газ вовлекает в процесс активный углерод. В результате в дымовых выбросах содержание углерода

минимально. В процессе сжигания дров невозможно получить такие высокие температуры, как при горении древесного газа, выделяемого из них. Кроме того, для горения газа необходим меньший объем вторичного воздуха, поэтому температура повышается и в результате возрастает эффективность, а также время горения. Следует отметить, что процессом сжигания древесного газа управлять легче.

Но у данного котла есть существенные минусы, такие как:

- требования к качеству топлива: не работают на топливе повышенной влажности. Топливо должно быть максимально сухим, влажность не должна превышать 20 %;

- требуется постоянная высокая нагрузка, поэтому периодически требуется докладывать топливо. При снижении порога нагрузки до 50 % в дымоходе начинают активно накапливаться продукты неполного сгорания;

- для загрузки топлива требуется топливо определенных размеров, т.е. сжигание будет происходить хуже, если размер будет несоответствующим;

- не способны к работе в полном автоматическом режиме: загрузку топлива необходимо производить вручную.

Учёными нашего университета была разработана конструкция пиролизного котла, позволяющего вести процесс производства теплоты непрерывно. Это достигается тем, что в газогенераторном котле над топочной камерой располагается бункер для топлива с дозирующим устройством для осуществления ведения непрерывного процесса горения и шибером, предназначенным для защиты бункера от попадания в него продуктов сгорания в случае аварийного выключения дымохода.

Данная конструкция позволяет повысить энергоэффективность работы газогенераторного котла вследствие возможности дозагрузки топлива в камеру сгорания печи в любой момент процесса горения.

Возможна также конструкция теплогенераторов, при которой имеется газогенератор, вырабатывающий горючий газ и установка, для преобразования химической энергии генераторного газа в электрическую.

Рассмотрим две схемы получения энергии из возобновляемых источников энергии с использованием установки для получения тепловой и электрической энергии.

В первой схеме при использовании автономной системы теплоснабжения на топливе из возобновляемых источников энергии установка включает в себя: газогенератор, работающий на возобновляемых источниках энергии; двигатель внутреннего сгорания для преобразования химической энергии газа в механическую; генератор, для выработки электроэнергии и теплообменника для утилизации выхлопных газов и выработки тепловой энергии.

Такая схема в большей мере применяется без газогенератора, при работе на природном газе. Использование же генераторного газа влечёт за собой снижение мощности генератора и, порой, его нестабильную работу. Ещё один недостаток заключается в невысоком ресурсе ДВС. Так, самые современные ДВС в данной схеме работают не более 5 лет. Но между тем, схема реальна для применения в условиях отсутствия электроэнергии, а наибольшей эффективностью она обладает при незначительном количестве часов использования в год (например, электро- и теплоснабжение дачных домиков).

Вторая схема предполагает использование генераторного газа в газовых турбинах. Современные газовые микротурбины вырабатывают от 3 кВт электричества и от 4–6 кВт тепловой энергии.

Целесообразность строительства собственной генерации успешно доказана опытом многих компаний в России. Несмотря на то, что «средние затраты на строительство объектов МГ — от \$1,5 до \$2 тысяч за 1 кВт установленной мощности» (по сравнению с \$1060 за кВт в среднем по объектам большой генерации) эти затраты окупаются более низкой стоимостью (в два-три раза) за один кВт·ч [1].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Михайлов, А. Н., Агафонов, А. А., Сайданов, В. Ю. Малая энергетика России классификация, задачи, применение. *Новости Электротехники*. – №5. 2005. – С. 17-22.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 12.09.14.

*A. S. Nikiforov, E. V. Prikhodko*

**Брикеттік отынды қолдануында және дамуына қазіргі заманауи тенденциялар**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 12.09.14 баспаға түсті.

*A. S. Nikiforov, E. V. Prikhodko*

**Current trends in the development and use of fuel briquettes**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 12.09.14.



*Мақалада жаңартылатын ресурстардан отындық брикеттерді пайдалану тәсілдерінің сараптамасы келтірілген.*

*The article analyzes the ways to use fuel briquettes from renewable resources.*

УДК 621.396.2

**А. А. Назорнюк, А. А. Писарчук**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ РАДИОСИГНАЛОВ С ЗАКРУГЛЁННЫМИ ФОРМАМИ ФАЗОВЫХ СОЗВЕЗДИЙ**

*В статье предложен подход до автоматизированного расчета несущей частоты и погрешности тактовой синхронизации радиосигналов с квадратурной амплитудной манипуляцией, имеющих закруглённые формы фазовых созвездий. Подход основан на определении максимума взаимной корреляционной функции сигнального созвездия с разделением двумерного поиска на два одномерных и применением метода дихотомии. Приведены результаты оценивания точности метода и его расчетной сложности.*

*Ключевые слова: автоматизация, синхронизация, радиосигнал, частота.*

В современных телекоммуникационных системах широкое применение нашли сигналы с квадратурной амплитудной манипуляцией (КАМн), которая есть одна из наиболее спектрально и энергетически эффективных видов модуляций [1, 2]. При этом для повышения энергетической эффективности модуляции формы фазовых созвездий закругляют. Именно такие формы сигнальных созвездий используются в современных стандартах MIL-STD-188-110B [3] и STANAG-4538 [4].

При приеме таких сигналов в системах радиомониторинга [5], когнитивного радио (cognitive radio) и программно определяемого радио (software defined radio) [6] возникает задача определения параметров радиосигнала в условиях априорной неопределенности. Основными параметрами сигнала, расчет которых необходим для восстановления сигнального созвездия и успешной демодуляции, есть несущая и символьная