



# European Journal of Renewable Energy

Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2020. 5(1). Issued once a year

## EDITORIAL BOARD

**Volkov Aleksandr** – Sochi State University, Sochi, Russian Federation (Editor in Chief)

**Kharchenko Valeriy** – Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation (Deputy Editor in Chief)

**Avezov Rabbanakul** – Physical-Technical Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

**Arveladze Revaz** – Academy of Energy of Georgia, Tbilisi, Georgia

**Berzan Vladimir** – Institute of Power Engineering of the Academy of Sciences of Republic of Moldova, Kishinev, Moldova

**Kose Utku** – Suleyman Demirel University, Turkey

**Kozyrskii Vladimir** – The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

**Marmolejo Jose Antonio** – Panamerican University, Mexico

**Sokolov Sergei** – Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russian Federation

**Vasant Pandian** – Universiti Teknologi PETRONAS, Malaysia

**Weber Gerhard-Wilhelm** – Poznan University of Technology, Poland

Journal is indexed by: CrossRef, OAJI

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska str.,  
Bratislava – Nove Mesto, Slovakia, 831 04

Passed for printing 16.12.20.  
Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal51.com/>  
E-mail: [aphr.sro@gmail.com](mailto:aphr.sro@gmail.com)

Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing House Researcher s.r.o. Order № 5.

© European Journal of Renewable Energy, 2020

European Journal of Renewable Energy

2020

Is. 1

CONTENTS

**Articles**

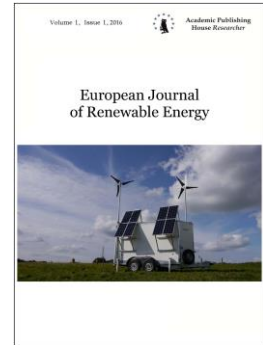
About One Limit of Our Energy V.K. Gryazev .....	3
Opportunities for Regional Development of Renewable Energy Sources in Russia P.S. Popov .....	9

Copyright © 2020 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2020. 5(1): 3-8

DOI: 10.13187/ejre.2020.1.3  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Articles

### About One Limit of Our Energy

Vladislav K. Gryazev <sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Kalashnikov's Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

#### Abstract

The article deals with the energy problems in relation to the achievement of greater power of rocket engines. The dependences of carrying capacity on mass for modern transport systems are analyzed. It is concluded that the limit imposed on transport systems is not technical, but more economic.

It is shown that there is a limit to achieving the maximum velocity of rockets when using fuels that use a combustion reaction. The possibility of using condensation energy, graphene flywheel and other alternative methods is analyzed.

As a result, it was concluded that in the future one can only hope for thermonuclear reactions, but also for other methods: Bose condensate of metastable helium, lithium-hydrogen fluoride fuel, and others. But the solution of this problem and the application of new methods and physical principles is a matter of the distant future.

**Keywords:** energy, limit, rocket engine, new fuels, progress.

#### 1. Введение

Как известно, техника и технологии развиваются по s-образной кривой. Существуют ли другие закономерности, особенно касающиеся проблем энергетики и ракетостроения?

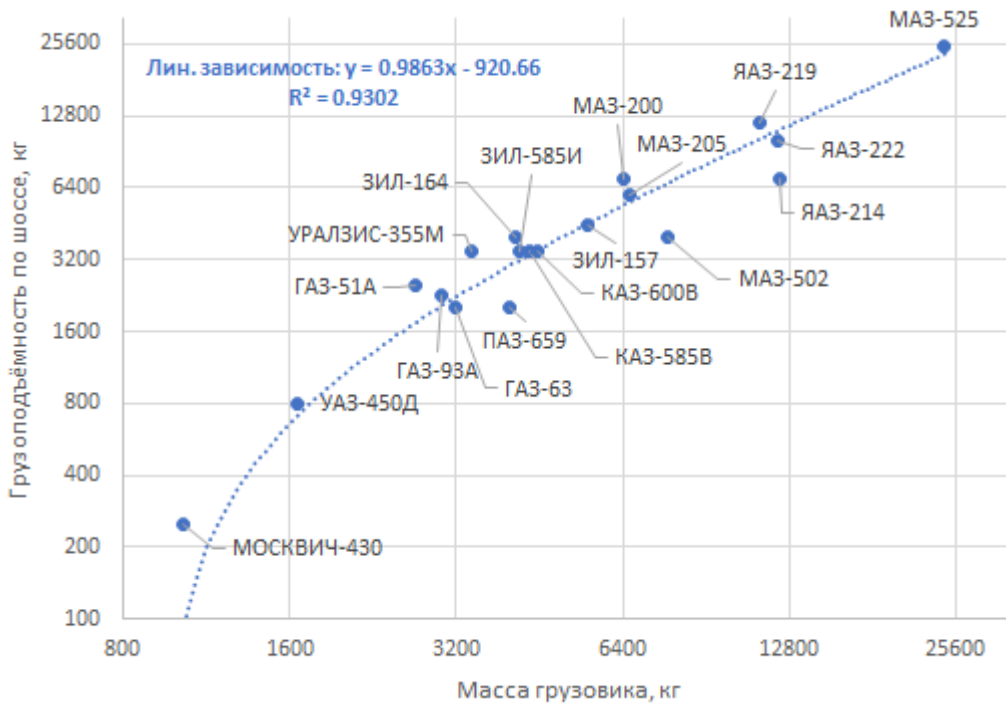
#### 2. Обсуждение и результаты

Грузоподъемность и массы современных транспортных систем

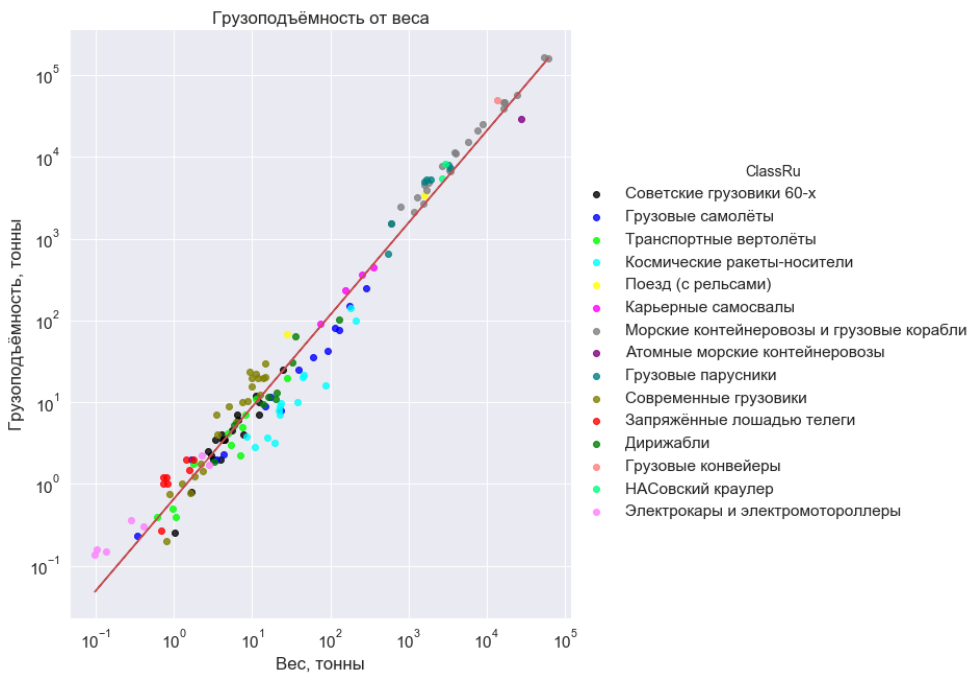
Если отложить на [Рисунке 1](#) на оси ординат грузоподъемность грузовиков, а на оси абсцисс – их массу ([Рунова, Вагнер, 1960](#)) что с довольно большой точностью грузовик может поднять столько, сколько весит сам. Для других транспортных средств этот «закон» и для них выполняется довольно с большой точностью ([Рисунок 2](#)).

---

\* Corresponding author  
E-mail addresses: [ulilu1372@mail.ru](mailto:ulilu1372@mail.ru) (V.K. Gryazev)



**Рис. 1.** Зависимость грузоподъемности от массы у грузовиков (Цивилизация Пружин, 1/5)



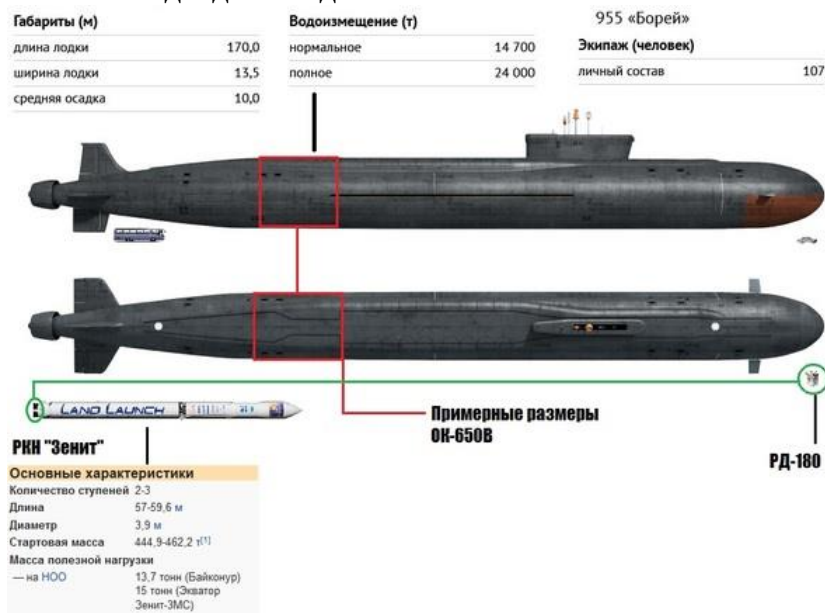
**Рис. 2.** Зависимость грузоподъемности от массы у других транспортных средств (Цивилизация Пружин, 1/5)

Если рассмотреть величину  $Q$ , предложенную Евгением Бобухом в своей статье (Цивилизация Пружин, 1/5), характеризующую отношение сухой массы транспортного средства к максимальной массе, перевозимой им, то для различных транспортных систем (ТС) получатся значения, приведенные в Таблице 1. Эти значения  $Q$  примерно одинаковы для всех транспортных средств.

**Таблица 1.** Значения величины Q для различных ТС

Класс средств	Среднее Q
Грузовые самолёты	0.6
Космические ракеты-носители (низкая орбита)	0.3
Современные карьерные самосвалы	1.3
Современные грузовики России, США, Индии, Китая	1.2
Поезда	2.2
Атомные контейнеровозы	1.03
Морские контейнеровозы и грузовые корабли	2.5

Но существуют примеры, в которых значение Q колоссально. Это, например, турбонасосный агрегат двигателя РД-180. При своей массе он способен развивать мощность в 189 МВт. Это сравнимо с энергопотреблением атомной подводной лодки, и если считать Q по мощности на килограмм массы, то ТНА превосходит средний автомобиль в сотни раз. На **Рисунке 3** для наглядности приведены сравнительные размеры двигателя РД-180 и атомной подводной лодки.



**Рис. 3.** Сравнительные размеры

Из этого можно вывод, что ограничения на большие значения Q накладывает вовсе не техника, а экономика.

**Предел Q**

Изделия с высоким Q (например, ракеты) дороги, потому что они слишком тяжелые, а тяжелые они потому, что топливо используемое сейчас не настолько эффективно.

Если взять формулу Циолковского

$$M/m = e^{V/u},$$

где:  $M$  – стартовая масса ракеты,  $m$  – конечная масса ракеты,  $V$  – набранная ракетой скорость,  $u$  – скорость истечения,

становится видно, что неэффективность находится в параметре  $u$  – скорости истечения, которая примерно равна  $\sqrt{2q}$ , где  $q$  – удельная теплота сгорания, которая как раз и является мерилем энергоэффективности на килограмм. И чем меньше  $q$ , тем больше отношение масс ракеты:

$$M/m = e^{V/\sqrt{2q}}$$

Если подсчитать предельно допустимую энергию, которая может выделиться во время химической реакции, то получится, что она не превышает энергии связи валентных электронов, перераспределение которых во время химической реакции и преобразуется в кинетическую энергию движения молекул, а далее и в тягу двигателя. Значения этой энергии известны, выражаются как доли постоянной Ридберга:

$$R_y = m_e e^4 / 2\hbar^2 = 13.6 \text{ эВ}$$

и составляют 1.5 – 25 эВ. В пересчете на Джоули эта энергия приблизительно равна 20-30 МДж. Из этого энергетического ограничения и вытекает теоретически возможная скорость истечения, равная приблизительно 7000 м/с. Отсюда видно, что в лучшем случае при использовании химического топлива мы можем получить не более 24 МДж/кг (Таблица 2).

**Таблица 2.** Теплоты сгорания различных веществ (*Heat of combustion*)

Топливо + окислитель	Реакция	Теплота сгорания смеси, МДж/кг
Водород + кислород	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	13.3
Керосин + кислород	$2\text{C}_{12}\text{H}_{26} + 37\text{O}_2 = 24\text{CO}_2 + 26\text{H}_2\text{O}$	9.6
Литий + кислород	$4\text{Li} + \text{O}_2 = 2\text{Li}_2\text{O}$	20.2
Бериллий + кислород	$2\text{Be} + \text{O}_2 = 2\text{BeO}$	24.0
Литий + фтор	$2\text{Li} + \text{F}_2 = 2\text{LiF}$	23.7

Если брать в расчет другие источники энергии, то, например, сейчас наиболее стремительно развивающиеся батареи способны дать нам максимум 1-3 МДж/кг (*Comparison of commercial battery types*). Но в батареях используется тот же принцип действия – химическая реакция.

Если взять другой, механический источник энергии, такой как пружина, очевидно, что при сжатии её энергия запасается из-за перераспределения электронов. А из этого следует, что предел, ею запасаемый, тот же, что и у химической реакции – 20-30 МДж/кг. И независимо от того, что мы будем использовать – сжатие газов, маховики, конденсаторы – везде возникает этот предел.

Но существуют химические элементы и физические явления, которые способны либо приблизиться к этому пределу, гораздо ближе, чем мы можем сделать это сейчас, либо даже превзойти его.

Например, литиево-фтороводородное топливо (*Arbit et al., 1970*) способно обеспечить скорость истечения равную 5320 м/с, тогда как наилучшая достигнутая сейчас скорость истечения не превышает и 4500 м/с. Проблема только в том, что такое топливо чрезвычайно трудно в обращении.

Или, например, при давлении в 1 миллион атмосфер и температуре 2000 К азот меняет кристаллическую модификацию, которая является метастабильной (при возвращении в нормальные условия кристаллическая решетка не меняется). При возвращении в стабильное состояние она способна выделить, по разным оценкам от 15,8 до 33 МДж/кг ([Benchafia et al., 2017](#); [Solid nitrogen](#)).

Другим источником энергии может служить бозе-конденсат метастабильного гелия-4 в триплетном состоянии, попытки синтеза которого сейчас активно ведутся. Если это удастся, то возможно будет получить энергию, приблизительно равную 495 МДж/кг ([Tychkov](#)).

Также высоки теплоты испарения многих веществ. Например, при конденсации газообразного бериллия выделяется энергия, равная 32 МДж/кг, а бора – 45 МДж/кг ([Enthalpy of vaporization](#)). Естественно, пока даже технически неясно, как можно реализовать двигатель на таких принципах.

Если брать графен, то по результатам исследований, его прочность на разрыв превосходит 60 МДж/кг ([Ultimate tensile strength](#)). Это происходит из-за того, что связей на атом у него три, и он лишен кристаллических дефектов. Пока возможно хранить энергию только в скрученных нанотрубах (нити) ([Teich et al., 2012](#)), но также, гипотетически, допустима запитывание двигателя и от графенового маховика, достижимая скорость вращения которого может быть гораздо выше, чем у маховика, изготовленного из любого среди существующих материалов.

Также можно потенциально использовать энергию вращающихся атомов, если их предварительно раскрутить. При таком раскручивании они способны запасать энергию 10-200 МэВ на атом. Возможно и «вращение» элементарных частиц. Так, протон может запасти энергию, приблизительно равную 450 МэВ на атом, но такое его состояние нестабильно, и пропадает чрезвычайно быстро.

### 3. Заключение

Были рассмотрены лишь некоторые возможности, которые может дать современная энергетика. Её ресурсы ещё не исчерпаны и можно надеяться не только на термоядерный синтез. Но понятно, что решение этой задачи и применение новых химических элементов, новых физических принципов – это дело отдаленного будущего.

### Литература

[Рунова, Вагнер, 1960](#) – Рунова А.П., Вагнер А.А. Грузовые автомобили. Каталог. М.: ЦИНТИМАШ, 1960.

[Цивилизация Пружин, 1/5](#) – Цивилизация Пружин, 1/5. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/437910/>

[Arbit et al., 1970](#) – *Arbit H.A., Clapp S.D., Nagai C.K.* Lithium-fluorine-hydrogen propellant investigation. Final report. NASA, 1970.

[Benchafia et al., 2017](#) – *Benchafia E.M., Yao Z., Yuan G. et al.* Cubic gauche polymeric nitrogen under ambient conditions // *Nat Commun.* 2017. № 8. P. 930.

[Comparison of commercial battery types](#) – Comparison of commercial battery types. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_commercial\\_battery\\_types](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_commercial_battery_types)

[Enthalpy of vaporization](#) – Enthalpy of vaporization. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy\\_of\\_vaporization#Selected\\_values](https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy_of_vaporization#Selected_values)

[Heat of combustion](#) – Heat of combustion. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_of\\_combustion#Heat\\_of\\_combustion\\_tables](https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion#Heat_of_combustion_tables)

[Solid nitrogen](#) – Solid nitrogen. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Solid\\_nitrogen#Cubic\\_gauche](https://en.wikipedia.org/wiki/Solid_nitrogen#Cubic_gauche)

[Teich et al., 2012](#) – *Teich D., Fthenakis Z.G., Seifert G., Tománek D.* Nanomechanical energy storage in twisted nanotube ropes // *Phys Rev Lett.* 2012. № 109(25).

[Tychkov](#) – *Tychkov A.S.* Bose-Einstein Condensation of Metastable Helium Atoms. [Electronic resource]. URL: [https://www.nat.vu.nl/en/Images/Tychkov.thesis\\_tcm69-96948\\_tcm208-249866.pdf](https://www.nat.vu.nl/en/Images/Tychkov.thesis_tcm69-96948_tcm208-249866.pdf)

[Ultimate tensile strength](#) – Ultimate tensile strength. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultimate\\_tensile\\_strength#Typical\\_tensile\\_strengths](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultimate_tensile_strength#Typical_tensile_strengths)

## References

- [Runova, Vagner, 1960](#) – *Runova, A.P., Vagner, A.A.* (1960). Gruzovye avtomobili [Trucks]. Katalog. M.: TsINTIMASH. [in Russian]
- [Arbit et al., 1970](#) – *Arbit, H.A., Clapp, S.D., Nagai, C.K.* (1970). Lithium-fluorine-hydrogen propellant investigation. Final report. NASA.
- [Benchafia et al., 2017](#) – *Benchafia, E.M., Yao, Z., Yuan, G. et al.* (2017). Cubic gauche polymeric nitrogen under ambient conditions. *Nat Commun.* 8: 930.
- [Comparison of commercial battery types](#) – Comparison of commercial battery types. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_commercial\\_battery\\_types](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_commercial_battery_types)
- [Enthalpy of vaporization](#) – Enthalpy of vaporization. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy\\_of\\_vaporization#Selected\\_values](https://en.wikipedia.org/wiki/Enthalpy_of_vaporization#Selected_values)
- [Heat of combustion](#) – Heat of combustion. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_of\\_combustion#Heat\\_of\\_combustion\\_tables](https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion#Heat_of_combustion_tables)
- [Solid nitrogen](#) – Solid nitrogen. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Solid\\_nitrogen#Cubic\\_gauche](https://en.wikipedia.org/wiki/Solid_nitrogen#Cubic_gauche)
- [Teich et al., 2012](#) – *Teich, D., Fthenakis, Z.G., Seifert, G., Tománek, D.* (2012). Nanomechanical energy storage in twisted nanotube ropes. *Phys Rev Lett.* 109(25).
- [Tychkov](#) – *Tychkov, A.S.* Bose-Einstein Condensation of Metastable Helium Atoms. [Electronic resource]. URL: [https://www.nat.vu.nl/en/Images/Tychkov.thesis\\_tcm69-96948\\_tcm208-249866.pdf](https://www.nat.vu.nl/en/Images/Tychkov.thesis_tcm69-96948_tcm208-249866.pdf)
- [Ultimate tensile strength](#) – Ultimate tensile strength. [Electronic resource]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultimate\\_tensile\\_strength#Typical\\_tensile\\_strengths](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultimate_tensile_strength#Typical_tensile_strengths)
- [Tsvilizatsiya Pruzhin, 1/5](#) – *Tsvilizatsiya Pruzhin, 1/5* [The spring civilization, 1/5]. [Electronic resource]. URL: <https://habr.com/ru/post/437910/> [in Russian]

## Об одном пределе нашей энергетики

Владислав Константинович Грязев <sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы энергетики применительно к достижению большей мощности ракетных двигателей. Проанализированы зависимости грузоподъемности от массы для современных транспортных систем. Сделан вывод, что предел, накладываемый на транспортные системы не технического характера, а более экономического.

Показано, что существует предел для достижения максимальной скорости ракет при использовании топлив, использующих реакцию горения. Анализируется возможность использования энергии конденсации, графенового маховика и других альтернативных способов.

В результате сделан вывод, что в будущем можно надеяться не только на термоядерные реакции, но и на другие способы: бозе-конденсат метастабильного гелия, литий-фторводородное топливо и другие. Но решение этой задачи и применение новых способов и физических принципов – это дело отдаленного будущего.

**Ключевые слова:** энергетика, предел, ракетный двигатель, новые топлива, прогресс.

\* Корреспондирующий автор  
Адреса электронной почты: [ulilu1372@mail.ru](mailto:ulilu1372@mail.ru) (В.К. Грязев)

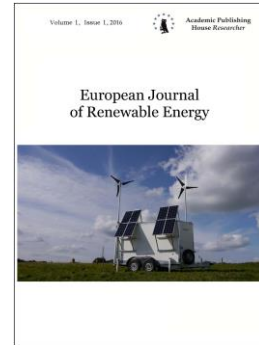


Copyright © 2020 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2020. 5(1): 9-14

DOI: 10.13187/ejre.2020.1.9  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Opportunities for Regional Development of Renewable Energy Sources in Russia

Pavel S. Popov <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Kalashnikov's Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

### Abstract

The paper analyzes the possibilities for the use of alternative energy sources in Russia. The main potential of wind energy opens up in the Far East (about 30 %), about 16 % in Siberia, two percent less in the north and less than 25 % in other regions. In terms of solar activity, the regions with the highest level are the Far East, Transbaikalia and the south of the country. It is also possible to use geothermal sources. Their use could provide energy to the Krasnodar Territory, the North Caucasus and the Far East. Technologies that use the energy of the background heat flow from the Earth's interior can cover approximately 2/3 of the territory of the Russian Federation. A table of Federal Districts has been compiled, indicating the most promising alternative energy sources for each.

**Keywords:** energy, renewable sources, regional development.

### 1. Введение

Изменения в мировом климате и добыче природных ресурсов необратимы и подталкивают человечество к использованию возобновляемых источников энергии. Подобные изменения начали замечать уже в XX веке. С ростом населения и технического прогресса росло и потребление природных ресурсов. А учитывая возможность их исчерпания, проблема обеспечения населения энергией остро встает перед правительствами всех стран, но в особенности стремительно развивающихся. Количество минеральных ресурсов постепенно иссякает ([libsib.ru](http://libsib.ru)). Искусственные, синтетические заменители еще в процессе разработки, поэтому хорошей альтернативой видится развитие способов получения энергии из неисчерпаемых источников, которое в последнее время не стояло на месте.

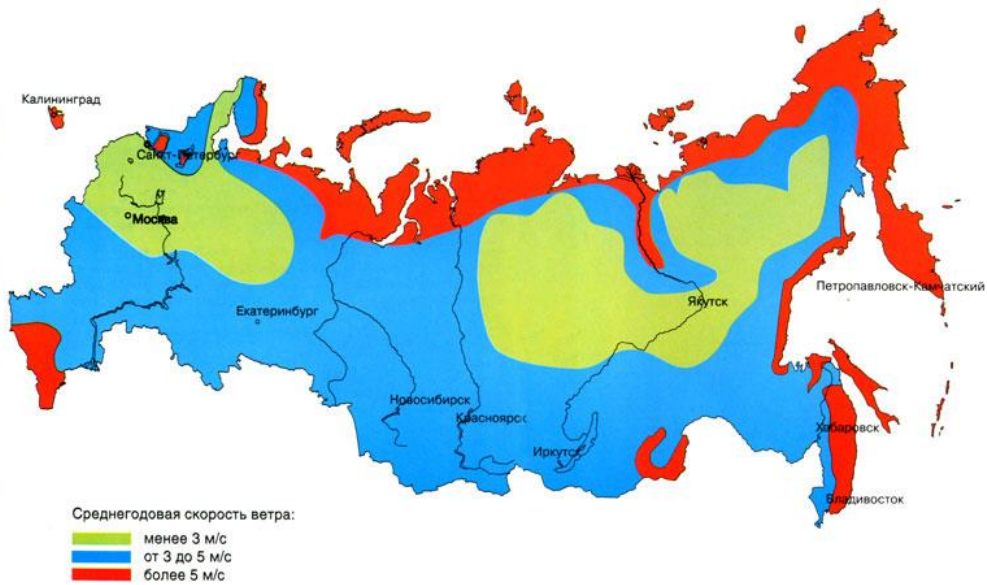
### 2. Обсуждение и результаты

#### Перспективы использования в России возобновляемых источников энергии

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) могут представлять интерес не только для промышленных предприятий, но и даже многоквартирных домов и иных объектов гражданского строительства. И несомненным плюсом к их использованию служат их возобновляемость, экологичность и доступность. Конкурентоспособность альтернативной энергетики – это не пустой звук. Впрочем, никуда не пропадает проблема значительных затрат на интегрирование подобных установок в общую силовую систему.

\* Corresponding author  
E-mail addresses: [popov@18gkh.ru](mailto:popov@18gkh.ru) (P.S. Popov)

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ РОССИИ  
Ветровая энергия

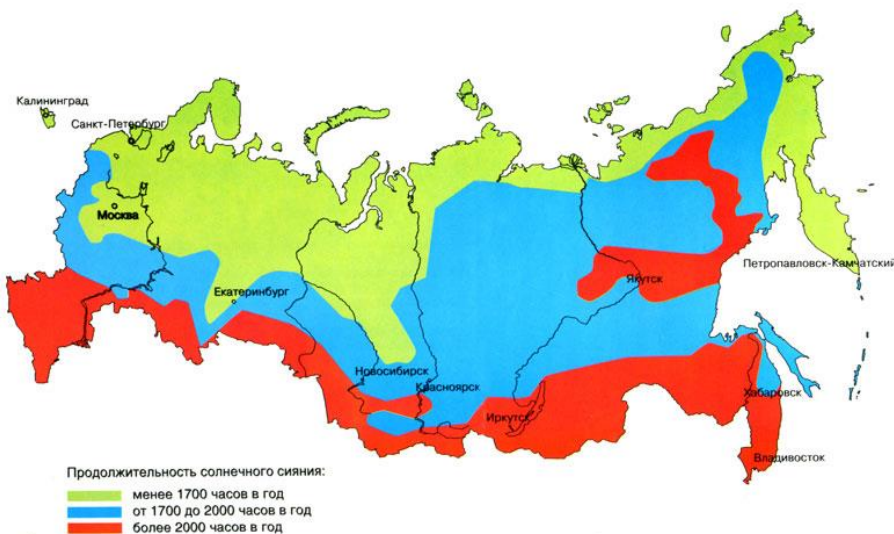


**Рис. 1.** Карта среднегодовой скорости ветра на территории России

Согласно карте среднегодовой скорости ветра на территории России (Рисунок 1) отчетливо видны регионы с наибольшим потенциалом для использования «ветряных мельниц». Основной потенциал, около 30 %, ветроэнергетики открывается на Дальнем востоке, около 16 % – в Сибири, на два процента меньше в районах севера и менее 25 % в остальных регионах ([manbw.ru](http://manbw.ru)).

Одним из основных направлений развития данной ветки альтернативной энергетики в России могло бы стать совершенствование ветроэнергетических установок малой мощности, а так же их совмещение с дизель-ветровыми энергостанциями. Подобные гибридные ветроэнергетические установки помогут компенсировать один из основных недостатков технологии – переменное производство энергии ([manbw.ru](http://manbw.ru)).

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ РОССИИ  
Солнечная энергия



**Рис. 2.** Карта среднегодовой продолжительности солнечного сияния на территории нашей страны

Согласно карте среднегодовой продолжительности солнечного сияния на территории России ([Рисунок 2](#)) можно выделить регионы с высоким уровнем солнечной радиации: Дальний Восток, Забайкалье и юг страны. Показатели солнечной активности в данных регионах сравнимы с показателями стран юга Европы, где гелиоэнергетика получила интенсивное развитие ([domboss.ru](#)).

В то же время в Германии, где уровень солнечной радиации сравним с Московской областью, только в 2010 году было установлено более 8 ГВт солнечных фотоэлектрических установок. И на тот момент это было равносильно мощности всех электростанций того же Московского региона. В настоящий момент солнечная энергетика в Германии достигла того уровня, что в солнечное и ветренное лето способна вырабатывать количество энергии эквивалентное АЭС. В деле развития гелиоэнергетики важен планомерный, системный подход к их интеграции в общую систему. Для примера, даже в нашей стране были случаи, когда гелиоэнергию пытались использовать для снабжения энергией многоквартирного дома.

Помимо энергии ветра и энергии солнца, возможно использование геотермальных источников. Применение подобных технологий могло бы обеспечить энергией Краснодарский край, Северный Кавказ и Дальний Восток.

Технологии использующей энергию фонового теплового потока из недр Земли, петротермальную энергетика, существует возможность использования низкопотенциальной энергии с помощью тепловых насосов на фактически 2/3 территории РФ ([energsovet.ru](#)).

Обращаясь к особенностям ландшафта и климата, для удаленных и труднодоступных районов, а также, районов с ограниченной передаточной мощностью линий электропередач наиболее эффективно было бы использование мини гидроэлектростанций.









**Рис. 3.** Плотность населения



Альтернативой природным источникам энергии может стать получение энергии за счет сжигания и переработки большого количества отходов, с которым в таких густонаселенных областях как Краснодарский край или Московская область проблем нет ([Николаев, 2011](#)) ([Рисунок 3](#)).

### **Перспективы использования ВИЭ по субъектам РФ**

Анализ возможных источников альтернативной энергии произведен в [Таблице 1](#). Таким образом, применение каких-либо из альтернативных источников энергии возможно на всей территории нашей страны, но главным камнем преткновения был и остается вопрос интеграции этих технологий в существующую силовую систему.

**Таблица 1.** Перспективы применения альтернативных источников энергии по федеральным округам РФ

Федеральный округ	Краткая характеристика: площадь / количество субъектов / население / плотность населения	Возможные альтернативные источники энергии	Применимые технологии
Центральный 	652 800 км <sup>2</sup> ; 18; 38 539 614 чел.; 59,04 чел./ км <sup>2</sup> ;	Биоэнергетика; Гидроэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; Мини ГЭС; Аэро ГЭС;
Южный 	416 840 км <sup>2</sup> ; 6; 13 880 708 чел.; 33,30 чел./ км <sup>2</sup> ;	Гидроэнергетика; Гелиоэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Солнечные батареи; Ветрогенераторы;
Северо-Западный 	1 677 900 км <sup>2</sup> ; 11; 13 652 525 чел.; 8,14 чел./ км <sup>2</sup> ;	Гидроэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; Приливные ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Ветрогенераторы;
Дальневосточный 	6 215 900 км <sup>2</sup> ; 9; 6 263 219 чел.; 1,01 чел./ км <sup>2</sup> ;	Геотермальная энергетика; Гидроэнергетика; Гелиоэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; Приливные ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Солнечные батареи; Ветрогенераторы; Термальные источники;
Сибирский 	5 114 800 км <sup>2</sup> ; 12; 19 254 242 чел.; 3,76 чел./ км <sup>2</sup> ;	Гидроэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Ветрогенераторы;
Уральский 	1 788 900 км <sup>2</sup> ; 6; 12 136 912 чел.; 6,78 чел./ км <sup>2</sup> ;	Гидроэнергетика; Гелиоэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.	Мусороперерабатывающие заводы; Приливные ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Ветрогенераторы; Солнечные батареи;

 <p>Приволжский</p>	<p>1 038 000 км<sup>2</sup>; 14; 29 808 653 чел.; 28,71 чел./ км<sup>2</sup>;</p>	<p>Гидроэнергетика; Гелиоэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика.</p>	<p>Мусороперерабатывающие заводы; ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Ветрогенераторы; Солнечные батареи;</p>
 <p>Северо-Кавказский</p>	<p>172 360 км<sup>2</sup>; 7; 9 494 233 чел.; 55,08 чел./ км<sup>2</sup>;</p>	<p>Гидроэнергетика; Гелиоэнергетика; Ветряная энергетика; Биоэнергетика; Геотермальная энергетика.</p>	<p>Мусороперерабатывающие заводы; Приливные ГЭС; Мини ГЭС; Аэро ГЭС; Солнечные батареи; Ветрогенераторы; Термальные источники</p>

### 3. Заключение

Таким образом, Российская Федерация является благодатным полем для использования возобновляемых источников энергии. 23 ноября 2009 г. появился Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Однако до реального применения этого закона еще очень далеко. Наличие относительно дешевых невозобновляемых энергоресурсов делают применение ВИЭ нерентабельным. Поэтому без специальных Федеральных целевых программ промышленное применение ВИЭ откладывается на неопределенный срок.

### Литература

- [libsib.ru](http://libsib.ru) – Глобальные проблемы окружающей среды и природопользования: Истощение природных ресурсов и проблема отходов. [Электронный ресурс]. URL: <http://libsib.ru/ekologiya/globalnie-problemi-okruzhaiushey-sredi-i-prirodopolzovaniya/vse-stranitsi>
- [manbw.ru](http://manbw.ru) – Ветряные электростанции – ветроэнергетические установки // Сайт компании Новая Генерация. [Электронный ресурс]. URL: <http://manbw.ru/analytics/wind-stations.html>
- [domboss.ru](http://domboss.ru) – Особенности современной гелиоэнергетики // Блог «Хозяин дома». [Электронный ресурс]. URL: <http://domboss.ru/osobennosti-sovremennoj-gelioenergetiki/>
- [energosovet.ru](http://energosovet.ru) – Геотермальная энергетика // *Электронный журнал «Энергосовет»*. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=33>
- Николаев, 2011 – Николаев С. Зарабатывать, а не сжигать // *Российская газета*. 2011. № 169 (5545). 4 августа.

### References

- [domboss.ru](http://domboss.ru) – Osobennosti sovremennoi gelioenergetiki [Features of modern solar energy]. Blog «Khozyain doma». [Electronic resource]. URL: <http://domboss.ru/osobennosti-sovremennoj-gelioenergetiki/> [in Russian]
- [energosovet.ru](http://energosovet.ru) – Geotermal'naya energetika [Geothermal energy]. *Elektronnyi zhurnal «Energosovet»*. [Electronic resource]. URL: <http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=33> [in Russian]
- [libsib.ru](http://libsib.ru) – Global'nye problemy okruzhayushchei sredy i prirodopol'zovaniya: Istoshchenie prirodnikh resursov i problema otkhodov [Global problems of the environment and nature management: Depletion of natural resources and the problem of waste]. [Electronic resource]. URL: <http://libsib.ru/ekologiya/globalnie-problemi-okruzhaiushey-sredi-i-prirodopolzovaniya/vse-stranitsi> [in Russian]

[manbw.ru](http://manbw.ru) – Vetryanye elektrostantsii – vetroenergeticheskie ustanovki [Wind power plants – wind power plants]. Sait kompanii Novaya Generatsiya. [Electronic resource]. URL: <http://manbw.ru/analytics/wind-stations.html> [in Russian]

Nikolaev, 2011 – Nikolaev, S. (2011). Zarabatyvat', a ne szhigat' [Earn, not burn]. *Rossiiskaya gazeta*. 169 (5545). 4 avgusta. [in Russian]

## **Возможности по региональному развитию возобновляемых источников энергии в России**

Павел Сергеевич Попов <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация

**Аннотация.** В работе производится анализ возможностей по применению альтернативных источников энергии. Основной потенциал ветроэнергетики открывается на Дальнем Востоке (около 30 %), около 16 % – в Сибири, на два процента меньше в районах севера и менее 25 % в остальных регионах. По показателям солнечной активности регионы с наиболее высоким уровнем: Дальний Восток, Забайкалье и юг страны. Возможно также использование геотермальных источников. Их применение могло бы обеспечить энергией Краснодарский край, Северный Кавказ и Дальний Восток. Технологиями, использующими энергию фонового теплового потока из недр Земли можно охватить примерно 2/3 территории Российской Федерации. Составлена таблица Федеральных округов с указанием наиболее перспективных альтернативных источников энергии для каждого.

**Ключевые слова:** энергетика, возобновляемые источники, региональное развитие.

---

\* Корреспондирующий автор  
Адреса электронной почты: [popov@18gkh.ru](mailto:popov@18gkh.ru) (П.С. Попов)