

УДК 620 (075.8)

UDC 620 (075.8)

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**THE NEED FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Григораш Олег Владимирович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой,
grigorasch61@mail.ru
SPIN-код: 4729-2767

Grigorash Oleg Vladimirovich
Doctor of Engineering sciences, professor, head of
the chair, grigorasch61@mail.ru
RSCI SPIN-code: 4729-2767

Тарасов Максим Михайлович
студент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Тарасов Максим Михайлович
студент
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Раскрыты основные причины развития тенденции к освоению новых видов энергии – ограниченный запас традиционного топлива и экологические проблемы, связанные с его переработкой. Показано, что новым видам энергии принадлежит важная роль в системах энергоснабжения многих стран мира, а в будущем они могут стать основными источниками энергии для удовлетворения растущих потребностей мировой экономики. Раскрыты основные причины возрастающего интереса к возобновляемым источникам энергии, показано, очевидная перспективность их использования, обусловленная двумя обстоятельствами. Во-первых, по оценкам специалистов, мировые запасы традиционного топлива ограничены, а во-вторых, об этом свидетельствуют объёмы инвестиций ведущих стран в эту перспективную отрасль. Приведено обоснование необходимости применения возобновляемых источников энергии в России. Повышенное потребление природных ресурсов стало реальной угрозой безопасности жизни человеческого общества. Основой решения острых социально-экологических проблем является переход к регулируемому процессу безопасного использования природного энергетического потенциала для удовлетворения жизненно важных потребностей людей не только в ближайшие десятилетия, но и в долгосрочной перспективе. Сделан вывод о том, что определяющим условием развития человеческой цивилизации в настоящее время и в будущем является такой уровень использования природных ресурсов, при котором обеспечиваются потребности населения без ущерба для окружающей среды

The article reveals main reasons for developing tendencies to the using of new types of energy, which are limited supply of traditional fuels and environmental problems associated with its processing. It is shown that new forms of energy plays an important role in the energy supply of many countries of the world, and in the future they can become the main sources of energy to meet the growing needs of the global economy. We reveal main reasons of the increasing interest in renewable energy, and we show the obvious prospects of their use, due to two factors. First, according to experts, the global reserves of traditional fuels are limited, and secondly, this was evidenced by the investments of leading countries in this promising industry. The article lists reasons for the need for the use of renewable energy sources in Russia. Increased consumption of natural resources has become a real threat to the security of the life of human society. The basis of solving modern social and environmental problems is a transition to a regulated process of safe use of natural energy potential to meet the vital needs of people not only in the coming decades, but in the long run. It is concluded, that the determining condition for the development of the human civilization at present and in the future would be the level of natural resources which ensures the needs of the population without making harm to the environment

Ключевые слова: ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ПОТЕНЦИАЛ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ, ТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Keywords: RENEWABLE ENERGY SOURCES, RENEWABLE ENERGY SOURCES POTENTIAL, TRADITIONAL ENERGY SOURCES

Высокая энерговооруженность общества – основа научно-технического прогресса. Энергия является главной составляющей жизни человека, и без освоения её новых видов человечество не способно полноценно существовать [1].

На рисунке 1 приведён годовой объём потребления человечеством разных видов энергетических ресурсов, а на рисунке 2 – его темпы.

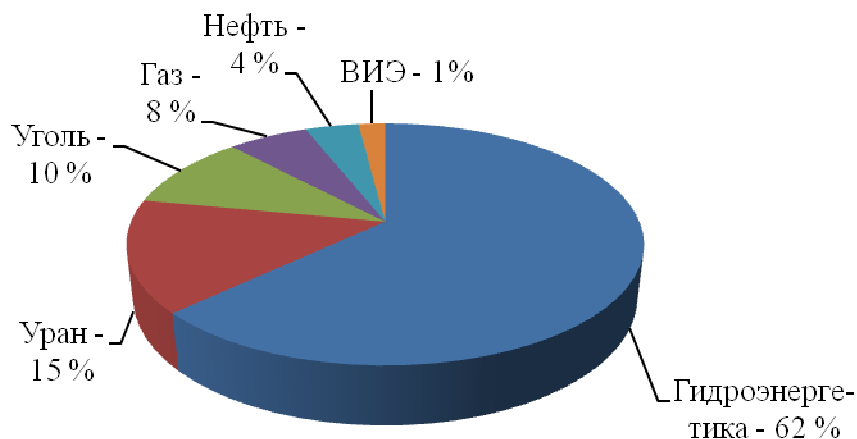


Рисунок 1 – Годовой объём потребления человечеством разных видов энергетических ресурсов (2012 г.). ВИЭ – возобновляемые источники энергии

Основными причинами возникновения тенденции к освоению новых видов энергии в настоящее время являются следующие:

- ограниченный запас традиционных энергетических ресурсов;
- экологические проблемы, связанные с добычей и переработкой энергетических ресурсов;
- непрерывное увеличение потребления энергетических ресурсов промышленностью и населением, связанное с быстрым ростом его численности.

Согласно прогнозу Организации Объединённых Наций (ООН), численность населения мира в 2030 г. достигнет 8 млрд человек, а в 2050 г. – 10 млрд человек, при этом 80 % населения будут проживать в развитых

странах. Однако намного большее влияние на потребление энергии оказывает уровень и темпы технологического развития [1, 2].

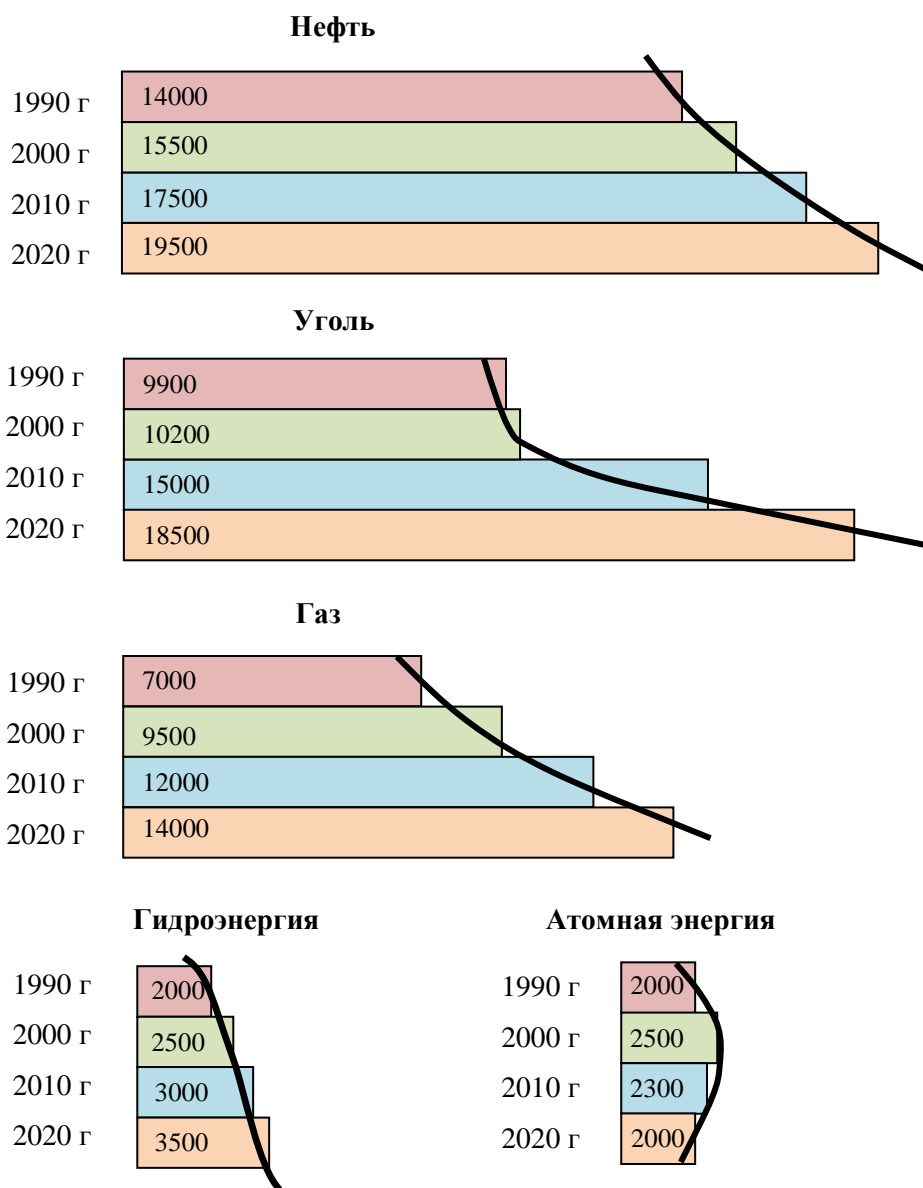


Рисунок 2 – Темпы мирового потребления разных видов энергетических ресурсов, используемых человечеством: статистика и прогноз (млрд кВт·ч/год)

Возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), несмотря на то, что масштабы потребления их энергии сегодня значительно ниже уровня использования энергии, получаемую традиционными способами, (см. рисунок 1), принадлежит важная роль в системах энергоснабжения многих

стран мира. В будущем они могут стать основными источниками энергии для удовлетворения растущих потребностей мировой экономики [3, 4]. Непрерывно возобновляющаяся в биосфере Земли энергия – это энергия ветра, воды, солнечная и геотермальная энергия, энергия биомассы, энергия приливов и отливов.

Основные причины возрастающего интереса к ВИЭ заключаются в следующем [5, 6]:

- энергия, получаемая от возобновляемых источников бесплатная;
- ВИЭ, в отличие от традиционных источников энергии, распределены по территории планеты равномерно, что определяет их большую доступность;
- ВИЭ являются экологическими источниками, поскольку их применение практически не загрязняет окружающую среду и не оказывает существенного влияния на изменение климата;
- научно-технические достижения последнего времени в области производства основных функциональных элементов (блоков, узлов) для возобновляемой энергетики позволили существенно усовершенствовать их, что в свою очередь уменьшило общую стоимость электрических и тепловых станций;
- благодаря ВИЭ появилась возможность использования непригодных для хозяйственных целей земель.

Для оценки потенциала (ресурса) ВИЭ применяются такие термины, как теоретический (валовой), технический и экологический потенциал [1].

Теоретический потенциал – это годовой объём энергии, содержащийся в конкретном виде возобновляемого источника, при полном её преобразовании в полезную энергию. **Технический потенциал** – это часть теоретического потенциала, преобразование которого в полезную энергию возможно при существующем уровне развития техники. В свою очередь, **экономический потенциал** является частью технического

потенциала, преобразование которого в полезную энергию экономически целесообразно на данном этапе развития техники и технологий с учётом цен на электрическую и тепловую энергию. В таблице 1 приведены данные ресурса ВИЭ в России.

Таблица 1 – Потенциал возобновляемых источников энергии в России (млн т условного топлива в год)

Вид энергетики	Теоретический потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Солнечная	2205000	9695	13
Ветроэнергетика	44326	2216	11
Малая гидроэнергетика	400	126	70
Биоэнергетика	467	129	69
Геотермальная	–	11870	115

Примечание – 1 кг условного топлива приравнивается к электрической энергии равной 8,13 кВт·ч и тепловой энергии – 29,3 МДж.

Как видно из таблицы 1, сегодня технический и экономический потенциал ВИЭ в России значительно ниже теоретического (валового) потенциала [7, 8].

Как известно, к ВИЭ относят малые гидроэлектростанции (ГЭС) мощностью до 500 кВт [9]. В России в настоящее время имеется около 100 таких станций, суммарная выработка которых составляет около 0,3 % общей выработки энергии электростанций. Однако в стране имеется возможность использования значительного потенциала предгорных и горных рек, что позволит осуществлять строительство энергоэффективных малых ГЭС, окупаемость которых не превысит 3 лет [10, 11].

Геотермальная энергия как ВИЭ является следствием распада радиоактивных материалов в земной коре. Если сравнить с нефтяным эквивалентом энергию, которая хранится в недрах земли, то её объём примерно в 100 000 раз больше объёма энергии, используемой человечеством в настоящее время (около $21 \cdot 10^{13}$ кВт·ч). Технический и

экономический потенциал геотермальной энергии в России существенно превышает потенциал других видов ВИЭ (см. таблицу 1).

Ветроэнергетика начала бурно развиваться как отрасль ещё в 90-х годах прошлого столетия [12, 13]. Уже в конце 2010 г. общая мощность всех ветроэлектрических станций составила около 200 ГВт, а количество электрической энергии, произведенной всеми ветростанциями мира, составило 430 ТВт·ч. Некоторые страны развивают ветроэнергетику особенно интенсивно. Так, в настоящее время в Дании с помощью ветроэлектрических станций производится более 28 % электрической энергии, в Португалии – 20 %, в Испании – 18 %, а в Германии – 10 %. В 2014 г. мощность ВЭС Германии составила 38,1 МВт, а в Дании – 3,4 МВт [14].

Несмотря на то, что в России теоретический потенциал ветровой энергетики существенно превышает его показатель в малой гидроэнергетике и биоэнергетике, уровень экономического потенциала гораздо ниже уровня рассмотренных видов ресурсов (см. таблицу 1).

Солнечная энергетика является самой перспективной отраслью, которая использует неисчерпаемый источник энергии и имеет самый высокий теоретический потенциал в мире и в России (см. таблицу 1). Однако масштабы строительства солнечных электрических и тепловых станций в России невелики, из-за отсутствия платежеспособного спроса и инвестиций [15].

Рассматривая уровень развития ВИЭ за рубежом, можно отметить, что только в 2010 г. в ветроэнергетику было инвестировано 94,7 млрд дол, в солнечную энергетiku – 26,1 млрд дол. В технологии производства энергии из биомассы и мусора – 11 млрд дол. Сегодня в мире уровень инвестиций в возобновляемую энергетiku, по разным источникам, вырос в 1,5–1,7 раз (в сравнении с 2010 г.). На рисунке 3 приведены расходы на

исследования и развитие технологий по возобновляемой энергетике в мире.

Анализ, проведенный Международным энергетическим агентством, и прогноз на 2030 г. свидетельствуют о том, что удельные капитальные вложения и себестоимость электроэнергии установок на базе ВИЭ стремительно снижались, и далее будут снижаться (таблица 2).

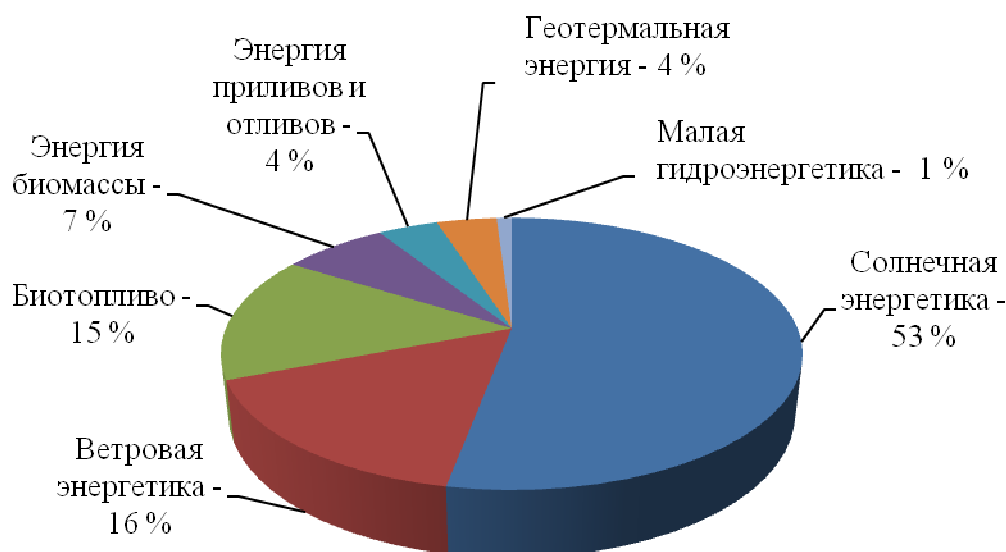


Рисунок 3 – Расходы на исследования и развитие технологий по возобновляемой энергетике (за 100 % принят объём расходов – $5,6 \cdot 10^9$ дол)

Таблица 2 – Удельные капитальные вложения и себестоимость электроэнергии от установок возобновляемой энергетики (2005–2030 годы)

Виды традиционной и нетрадиционной энергетики	Капитальные вложения, долл/кВт		Себестоимость производства, цент/кВт·ч	
	2005 г.	2030 г.	2005 г.	2030 г.
Солнечная фотоэнергетика	3750–3850	1400–1500	17,8–54,2	7,0–32,5
Солнечная теплоэнергетика	2000–2300	1700–1900	10,5–23,0	8,7–19
Ветроэнергетика	2400–3600	2300–2800	10,8–43,8	9,8–39,2
Биоэнергетика	100–2500	950–1900	3,1–10,3	3,0–9,6
Геотермальная энергетика	1700–5700	1500–5000	3,3–9,7	3,0–9,6
Малая гидроэнергетика	2500	2200	5,6	5,2

Существенным препятствием на пути широкого использования ВИЭ является значительная величина начальных капиталовложений, хотя они окупаются впоследствии за счёт низких эксплуатационных затрат.

Несмотря на то, что в настоящее время в течение нескольких десятилетий население земли будет получать энергию, используя ресурсы традиционной энергетики, в том числе нефти (рисунок 4), газ и уголь, перспективы ВИЭ очевидны. Во-первых, по оценкам специалистов, мировых запасов традиционного топлива осталось: нефти – не более чем на 40 лет, газа на – 60, ядерного топлива – на 40, угля – на 200 лет. Во-вторых, это подтверждается масштабами финансовых вложений в системы энергоснабжения, основанные на использовании ВИЭ (см. таблицу 2, рисунок 3, а также рисунок 5) ведущих стран, прогнозами развития этой отрасли, которые построены на расчётных показателях потребления энергии в 2020 г.

Использование ВИЭ может стать важным фактором устойчивого экономического развития депрессивных регионов России (европейского Центра, Урала, Крайнего Севера, юга Сибири и Дальнего Востока). Для обоснования необходимости расширения масштабов использования ВИЭ в России можно привести следующие аргументы:

- 2/3 территории страны – зоны децентрализованного энергоснабжения с наиболее высокими ценами и тарифами на топливо и энергию, а также с низкой плотностью населения (20 млн человек);
- более 50 % регионов страны энергодефицитны (завоз топлива, импорт электрической энергии);
- газифицировано не более 70 % населенных пунктов (в сельской местности – менее 50 %);
- котельные на угле и жидком топливе являются локальными загрязнителями окружающей среды;

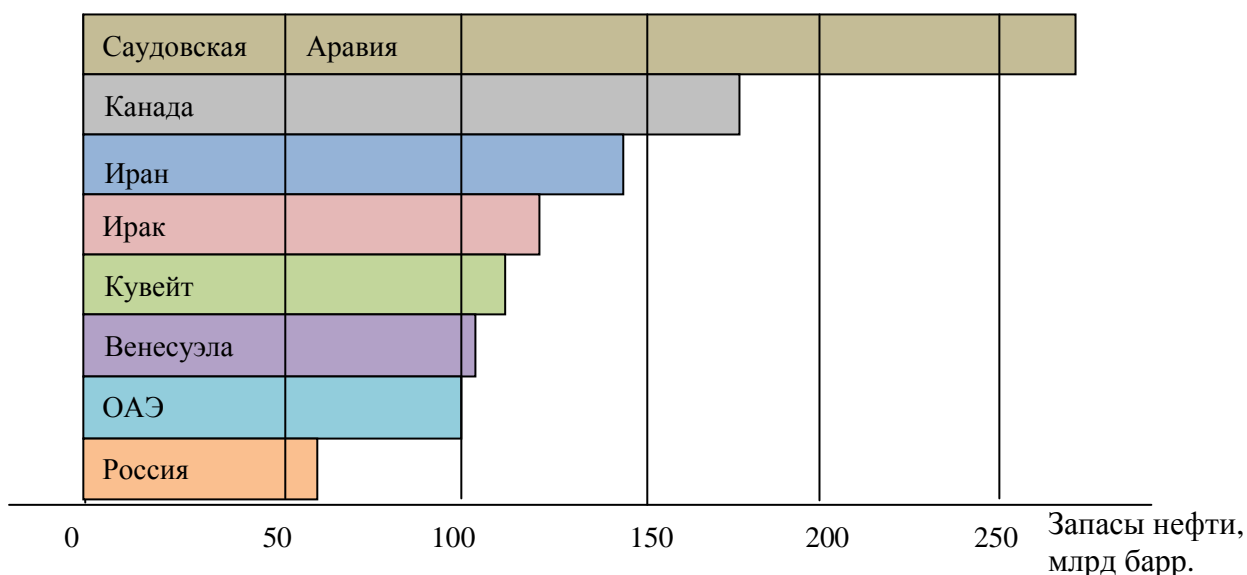


Рисунок 4 – Запасы нефти в основных нефтедобывающих странах мира



Рисунок 5 – Прогноз мирового потребления энергии к 2020 году

– в городах и местах массового отдыха и лечения населения сложная экологическая обстановка, что обусловлено вредными выбросами в атмосферу от промышленных и городских котельных, работающих на ископаемом топливе;

– существуют зоны с проблемами обеспечения энергией частного жилого сектора, фермерских хозяйств, мест сезонной работы, садово-огородных участков;

– быстрыми темпами развивается автономная энергетика единичной мощностью до 100 кВт, которую могут заменить ВИЭ [16].

Кроме того, необходимо выделить основные причины, определяющие необходимость развития ВИЭ в России:

- обеспечение энергетической безопасности;
- сохранение окружающей среды и обеспечение экологической безопасности;
- завоевание мировых рынков ВИЭ, особенно в развивающихся странах;
- сохранение запасов собственных энергоресурсов для будущих поколений.

Широкое использование ВИЭ должно соответствовать высшим приоритетам и задачам энергетической стратегии России.

Степень обеспеченности регионов собственными топливно-энергетическими ресурсами является одним из основных показателей их экономической устойчивости. Освоение и использование местных традиционных энергетических ресурсов, а также возобновляемых энергетических ресурсов позволит перевести многие регионы страны на энергообеспечение за счет ВИЭ, обеспечив их энергетическую независимость.

Сегодня повышенное потребление природных ресурсов стало реальной угрозой безопасности жизни человеческого общества. Основой решения острых социально-экологических проблем является переход к регулируемому процессу безопасного использования природного энергетического потенциала для удовлетворения жизненно важных

потребностей людей не только в ближайшие десятилетия, но и в долгосрочной перспективе.

Таким образом, определяющим условием развития человеческой цивилизации в настоящее время и в будущем является такой уровень использования природных ресурсов, при котором обеспечивается потребность в них населения при сохранении экологического равновесия в окружающей среде.

Выводы.

1. В настоящее время развитие мировой системы энергообеспечения без ВИЭ невозможно.

2. Для развития экономики стран необходимо их совместное рациональное и эффективное использование.

3. ВИЭ уже сегодня могут обеспечивать автономное снабжение энергией энергодефицитных и регионов децентрализованного энергоснабжения России.

4. Увеличение доли экологически чистых источников энергии и развитие исследований с целью разработки новых энергосберегающих технологий является одной из глобальных задач энергетики.

5. Развитие возобновляемой энергетики представляет собой процесс безопасного использования природных ресурсов планеты Земля.

Список литературы

1. Григораш О.В. Возобновляемые источники электроэнергии / О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов и др. – Краснодар: КубГАУ. – 2012. – 272 с.

2. Григораш О.В. Нетрадиционные автономные источники электроэнергии / О.В. Григораш, Ю.П. Стрелков // Промышленная энергетика. – 2001. – № 4. – С. 37 – 40.

3. Григораш О.В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы / О.В. Григораш, Ю.Г. Пугачев, Д.В. Военцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 24 – 25.

4. Григораш О.В. Возобновляемые источники электроэнергии: термины, определения, достоинства и недостатки / О.В. Григораш, Ю.П. Степура, А.Е. Усков и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 32. – С. 189 – 192.

5. Григораш О.В. Автономная электроэнергетика сельского хозяйства: состояние и перспектива / О.В. Григораш., Н.И. Богатырев, Д.В. Военцов и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – № 12. – С. 216 – 220.

6. Григораш О.В. Об эффективности и целесообразности использования возобновляемых источников электроэнергии в Краснодарском крае / О.В. Григораш, В.В. Тропин, А.С. Оськина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 09(083). С. 188 – 199. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/38.pdf>.

7. Григораш О.В. Ресурсы возобновляемых источников энергии Краснодарского края / О.В. Григораш, А.А. Хамула, А.В. Квитко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 08(092). С. 630 – 641. – IDA [article ID]: 0921308012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/12.pdf>.

8. Григораш О.В. Возобновляемые источники электроэнергии в составе систем гарантированного электроснабжения / О.В. Григораш, Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин // Промышленная энергетика. – 2004. – № 1. – С. 59 – 62.

9. Григораш О.В. Перспективы возобновляемых источников электроэнергии в Краснодарском крае / О.В. Григораш, Е.В. Воробьёв, В.П. Коваленко и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 39. – С. 123 – 126.

10. Григораш О.В. Перспективы малых гидроэлектростанций в предгорных и горных реках / О.В. Григораш, А.В. Квитко, М.А. Попучиева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 08(112). С. 955 – 967. – IDA [article ID]: 1121508068. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/68.pdf>.

11. Григораш О.В. Перспективы применения и особенности работы мини- и микрогидроэлектростанций / О.В. Григораш, А.С. Чесовской, А.А. Хамула и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 21. – С. 164 – 168.

12. Григораш О.В. К расчёту энергетического потенциала и экономической эффективности ветровой энергетики / О.В. Григораш, П.Г. Корзенков, Ю.Е. Кондратенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 06(100). С. 633 – 645. – IDA [article ID]: 1001406004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/04.pdf>.

13. Григораш О.В. Стабилизаторы напряжения и частоты тока ветроэлектрических установок на непосредственных преобразователях частоты / О.В. Григораш, А.В. Квитко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 589 – 617. – IDA [article ID]: 0921308011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/11.pdf>.

14. Григораш О.В. К расчету экономической эффективности ветроэлектрических установок / О.В. Григораш, Р.А. Сулейманов, А.В. Квитко и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 33. – С. 192 – 195.

15. Григораш О.В. Ресурсы солнечной энергии, особенности конструкции и работы солнечных фотоэлектрических установок / О.В. Григораш, А.Е. Усков, А.Г. Власов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 43. – С. 263 – 266.

16. Григораш О.В. Автономные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии / О.В. Григораш, П.Г. Корзенков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 646 – 658. – IDA [article ID]: 0931309024. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/24.pdf>.

References

1. Grigorash O.V. Vozobnovljaemye istochniki jelektrojenergii / O.V. Grigorash, Ju.P. Stepura, R.A. Sulejmanov i dr. – Krasnodar: KubGAU. – 2012. – 272 s.

2. Grigorash O.V. Netradicionnye avtonomnye istochniki jelektrojenergii / O.V. Grigorash, Ju.P. Strelkov // Promyshlennaja jenergetika. – 2001. – № 4. – S. 37 – 40.

3. Grigorash O.V. Vozobnovljaemye istochniki jelektrojenergii: sostojanie i perspektivy / O.V. Grigorash, Ju.G. Pugachev, D.V. Voencov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2007. – № 8. – S. 24 – 25.

4. Grigorash O.V. Vozobnovljaemye istochniki jelektrojenergii: terminy, opredelenija, dostoinstva i nedostatki / O.V. Grigorash, Ju.P. Stepura, A.E. Uskov i dr. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 32. – S. 189 – 192.

5. Grigorash O.V. Avtonomnaja jelektrojenergetika sel'skogo hozjajstva: sostojanie i perspektiva / O.V. Grigorash., N.I. Bogatyrev, D.V. Voencov i dr. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 12. – S. 216 – 220.

6. Grigorash O.V. Ob jeffektivnosti i celesoobraznosti ispol'zovanija vozobnovljaemyh istochnikov jelektrojenergii v Krasnodarskom krae / O.V. Grigorash, V.V. Tropin, A.S. Os'kina // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – № 09(083). S. 188 – 199. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/38.pdf>.

7. Grigorash O.V. Resursy vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии Krasnodarskogo kraja / O.V. Grigorash, A.A. Hamula, A.V. Kvitko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – № 08(092). S. 630 – 641. – IDA [article ID]: 0921308012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/12.pdf>.

8. Grigorash O.V. Vozobnovljaemye istochniki jelektrojenergii v sostave sistem garantirovannogo jelektrosnabzhenija / O.V. Grigorash, N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin // Promyshlennaja jenergetika. – 2004. – № 1. – S. 59 – 62.

9. Grigorash O.V. Perspektivy vozobnovljaemyh istochnikov jelektrojenergii v Krasnodarskom krae / O.V. Grigorash, E.V. Vorob'jov, V.P. Kovalenko i dr. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 39. – S. 123 – 126.

10. Grigorash O.V. Perspektivy malyh gidrojelektrostancij v predgornyh i gornyh rekah / O.V. Grigorash, A.V. Kvitko, M.A. Popuchieva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – № 08(112). S. 955 – 967. – IDA [article ID]: 1121508068. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/68.pdf>.

11. Grigorash O.V. Perspektivy primeneniya i osobennosti raboty mini- i mikrohidrojelektrostantsij / O.V. Grigorash, A.S. Chesovskoj, A.A. Hamula i dr. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 21. – S. 164 – 168.

12. Grigorash O.V. K raschjotu jenergeticheskogo potentsiala i jekonomicheskoy jeffektivnosti vetrovoj jenergetiki / O.V. Grigorash, P.G. Korzenkov, Ju.E. Kondratenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 06(100). S. 633 – 645. – IDA [article ID]: 1001406004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/04.pdf>.

13. Grigorash O.V. Stabilizatory naprjazhenija i chastoty toka vetrojelektricheskikh ustanovok na neposredstvennyh preobrazovateljah chastoty / O.V. Grigorash, A.V. Kvitko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 589 – 617. – IDA [article ID]: 0921308011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/11.pdf>.

14. Grigorash O.V. K raschetu jekonomicheskoy jeffektivnosti vetrojelektricheskikh ustanovok / O.V. Grigorash, R.A. Sulejmanov, A.V. kvitko i dr. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 33. – S. 192 – 195.

15. Grigorash O.V. Resursy solnečnoj jenerгии, osobennosti konstrukcii i raboty solnechnyh fotojelektricheskikh ustanovok / O.V. Grigorash, A.E. Uskov, A.G. Vlasov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 43. – S. 263 – 266.

16. Grigorash O.V. Avtonomnye sistemy jelektrosnabzhenija na vozobnovljaemyh istochnikah jenerгии / O.V. Grigorash, P.G. Korzenkov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №09(093). S. 646 – 658. – IDA [article ID]: 0931309024. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/24.pdf>.