ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

RENEWABLE ENERGY

Статья поступила в редакцию 10.02.15. Ред. рег. № 2181 The article has entered in publishing office 10.02.15. Ed. reg. No. 2181

УДК 620.9 doi: 10.15518/isjaee.2015.13-14.001

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Р.А. Амерханов[1], А.С. Кириченко[1], Р.С. Касьянов[1], В.С. Костенко[1], А.А. Куличкина[1], А.А. Скороход[1], Э.Г. Армаганян[2], В.В. Дворный[2]

[1]Кубанский государственный аграрный университет
350044 Краснодар, ул. Калинина, д. 13
E-mail: energyksau@mail.ru
[2]ОАО «Кубаньэнерго»
350001 Краснодар, ул. Ставропольская, д. 2
Тел.: 8 (861) 212-23-67, e-mail: dvorniyvv@kuben.elektra.ru, vovadvv114@mail.ru, armaganyaneg@elsetisoch.ru

Заключение совета рецензентов: 15.02.15 Заключение совета экспертов: 20.02.15 Принято к публикации: 25.02.15

Рассмотрен вопрос возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, энергосбережения и энергообеспечения для отдельного экономически самостоятельного региона России, развивающегося в условиях рыночных отношений.

Обоснована актуальность подготовки высококвалифицированных кадров по направлению «Возобновляемые источники энергии» для энергетических предприятий Краснодарского края. Рассмотрены особенности энергетики на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Приведены в качестве примера успешно функционирующие предприятия, на которых используются нетрадиционные и комбинированные установки энергоснабжения.

Ключевые слова: нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, энергоснабжение, энергосбережение, подготовка высококвалифицированных специалистов, предприятия энергетического комплекса.

POSSIBILITIES OF USE OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY OF KRASNODAR REGION

R.A. Amerkhanov[1], A.S. Kirichenko[1], R.S. Kasyanov[1], V.S. Kostenko[1], A.A. Kulichkina[1], A.A. Skorokhod[1], E.G. Armaganyan[2], V.V. Dvorny[2]

[1]Kuban State Agrarian University
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, Russia
E-mail: energyksau@mail.ru
[2]JSC "Kubanenergo"
2 Stavropol str., Krasnodar, 350001, Russia
Tel.: 8 (861) 212-23-67, e-mail: dvorniyvv@kuben.elektra.ru, vovadvv114@mail.ru, armaganyaneg@elsetisoch.ru

Referred: 15.02.15 Expertise: 20.02.15 Accepted: 25.02.15

There was considered the problem of possibility of use of non-traditional and renewable sources of energy, energy saving and energy provision for separate economically independent region of Russia developing in the conditions of market relations.

There was substantiated the question of urgency of preparation of highly qualified cadres in specialization "Renewable sources of energy" for energetic enterprises of Krasnodar region. There were considered the peculiarities of energetic on the basis of non-traditional and renewable sources of energy. There were cited the functioning enterprises successfully on which the non-traditional and combined installations of energy supply were used.

Keywords: non-traditional and renewable sources of energy, energy supply, energy saving, preparation of highly qualified specialists, enterprises of energetic complex.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Роберт Александрович Амерханов
Robert A. Amerkhanov

Сведения об авторе: д-р техн. наук, профессор кафедры электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии КубГАУ. Заслуженный работник высшей школы РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Почетный работник по науке и технике РФ.

Награды: орден Почета, Почетная грамота Президента РФ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Публикации: около 370.

Information about the author: doctor of technical sciences, professor of the chair of electric technology, heat technology and renewable sources of energy Kuban State Agrarian University. Honored worker of the RF Higher school, Deserved worker of Higher professional education of the RF, Deserved Worker of Science and Technology of the RF. Order of Honor. Certificate of honor of the President of the RF.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

Publications: about 370.

Анна Сергеевна Кириченко
Anna S. Kirichenko

Сведения об авторе: аспирант КубГАУ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Публикации: около 30.

Information about the author: post-graduate Kuban State Agrarian University.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

Publications: about 30.

Роман Сергеевич Касьянов
Roman S. Kasyanov

Сведения об авторе: студент КубГАУ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Information about the author: student Kuban State Agrarian University.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

Виктор Сергеевич Костенко
Viktor S. Kostenko

Сведения об авторе: студент КубГАУ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Information about the author: student Kuban State Agrarian University.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

Анна Андреевна Куличкина
Anna A. Kulichkina

Сведения об авторе: студент КубГАУ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Information about the author: student Kuban State Agrarian University.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

Алексей Александрович Скороход
Aleksey A. Skorokhod

Сведения об авторе: студент КубГАУ.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе.

Information about the author: student Kuban State Agrarian University.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy in agro industrial complex.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Эдгар Гариевич Армаганян
Edgar G. Armaganyan

Сведения об авторе: первый заместитель ген. директора – директор филиала ОАО «Кубаньэнерго» Сочинские электрические сети. Заместитель ген. директора по реализации услуг.

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Information about the author: first deputy general director – director of the branch of JSC "Kubanenergo" Sochi electrical networks. Deputy of general director for the sale of services.

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy.

Владимир Викторович Дворный
Vladimir V. Dvornyy

Сведения об авторе: начальник управления учета электроэнергии ОАО «Кубаньэнерго».

Область научных интересов: энергосбережение естественных ресурсов при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Information about the author:. head of management Automatic system for commercial accounting of power consumption JSC "Kubanenergo".

Research area: energy saving of natural resources under usage of non-traditional and renewable sources of energy.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Введение

В настоящее время становится бесспорным тезис, что наше устойчивое будущее находится в прямой зависимости от развития экологически чистой энергетики, использующей энергию возобновляемых природных ресурсов – Солнца, ветра, термальных вод, малых водотоков, энергии биомассы, приливов и отливов и т.д.

В первую очередь, экологические проблемы, достигающие катастрофических значений, ведут к переоценке подходов к развитию нетрадиционной энергетики.

Вторым важным фактором является продолжающийся рост цен в мировом масштабе на органическое топливо и электроэнергию.

Традиционные источники энергии, работающие на органическом топливе, устойчиво дорожают и становятся дефицитными.

С другой стороны, возобновляемые источники энергии испытывают противоположную тенденцию: мировая стоимость электроэнергии для ветровых, фотоэлектрических, геотермальных и биогазовых установок постоянно падает.

Понятия нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, энергосбережение прочно вошли в лексикон современного специалиста в области энергетики, однако дальше поверхностного понимания продвинулись немногие, хотя эту область по праву можно считать передовой энергетикой будущего. Причин такой перспективы множество, наиболее важными из них являются уменьшение зависимости от органического топлива, снижение загрязнения окружающей среды, неисчерпаемость и доступность возобновляемых источников энергии.

Рассматривая отдельный, экономически самостоятельный регион России, развивающийся в условиях рыночных отношений, а также рост значимости социально-экологических факторов, необходимо учитывать возможности существования децентрализованного энергоснабжения разных форм собственности и источников финансирования.

Возрастающая необходимость удовлетворения существующих потребностей населения и промышленности в электрической и тепловой энергии, особенно в сельскохозяйственных районах, удаленных от централизованных энергетических сетей, приводит к необходимости развития возобновляемой энергетики, в том числе нетрадиционной и малой. Это также обуславливается необходимостью решения глобальных проблем обеспечения человечества энергией в будущем, связанных с ограниченностью и истощением запасов ископаемых видов топлива, и соблюдением экологической безопасности.

Добыча, производство, переработка, хранение и использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) объективно оказывают негативное воздействие на природную среду: изменяется ландшафт, потребляется большое количество пресной воды и кислорода, окружающая среда загрязняется продуктами сгорания топлива, твердыми и жидкими отходами.

Все это привело к более глубокому изучению и использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ). К ним обычно относят энергию ветра, Солнца, геотермальную энергию, энергию водотоков и биомассы, аккумулированную в грунте тепловую энергию, энергию мирового океана и др. Основное преимущество НВИЭ – это их неисчерпаемость и экологическая чистота. Их исполь-

зование не изменяет энергетический баланс планеты. Повышенные, относительно традиционных, начальные капиталовложения окупаются за счет низких эксплуатационных затрат, что и послужило причиной бурного развития возобновляемой энергетики во всем мире и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшее время. По прогнозам, их доля в мировом потреблении энергии в 2020 г. составит порядка 24% от общего энергопотребления, а в 2040 г. – уже около 50% [1].

В Указе Президента РФ № 889 от 04.06.2008 «О некоторых мерах повышения энергетической и экономической эффективности Российской экономики» уделено внимание вопросам снижения энергоемкости валового продукта России, обеспечения рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов [2].

При годовом современном потреблении в России первичных топливно-энергетических ресурсов в объеме около 910 млн т у.т. технический потенциал использования НВИЭ оценивается 4,5 тыс. т у.т./год, а экономически может достигать 270 млн т у.т./год или быть на уровне 30% от всего энергопотребления РФ. Однако современный уровень применения НВИЭ не достигает даже 0,1% от энергопотребления страны.

Интерес к нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии усилился не только в связи с усложнением экономической ситуации в России в плане обеспечения энергоресурсами, но и в связи с созданием большого количества новых объектов энергопотребления в рекреационных районах, а также в районах с суровыми климатическими условиями, удаленных от энергосистем.

Прогноз развития мировой энергетики, составленный Международным энергетическим агентством (IEA), предполагает, что производство электроэнергии в мире к 2050 г. составит 46631 ТВт·ч, в том числе доля гидроэнергии – 9,5%, других возобновляемых источников энергии – 5,9%, при этом нас ожидает следующее соотношение производства энергоресурсов в производстве электроэнергии: уголь – 25%, нефть – 2, газ – 25, АЭС – 18, ГЭС – 15, другие возобновляемые источники энергии – 15% [3].

Этот прогноз претерпевает серьезные изменения, об этом можно судить хотя бы по результатам проходившего в Сингапуре саммита по проблемам мировой энергетики (2014 г.). В беседе с корреспондентом «Российской Газеты» Ю.Медведевым от 16.12.14 г. председатель научного совета РАН по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии О.Попель пересказал наиболее значимые моменты прошедшего саммита и озвучил цифру мощности всех энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии, которая достигла 600 ГВт. Это значение, по словам О.Попеля, удивило даже опытных специалистов – лауреатов премии «Глобальная энергетика», для которых эта информация стала откровением. Поразился даже Нобелевский лауреат британец Родней Аллам. Сам же О.Попель сообщил, что эта цифра в три раза больше мощности всей энергосистемы России.

При этом темпы создания этих установок поразительны, так как за последние 5 лет прирост солнечных преобразователей достиг 55%, ветряков – 20.

Из сообщения, сделанного О.Попелем, доля возобновляемых источников энергии во всем мировом энергопотреблении – уже 19%, для сравнения, на атомную энергетику приходится в семь раз меньше, всего 2,6% [4].

Наибольший вклад в возобновляемую энергетику вносят такие страны, как Китай, на территории которого сосредоточенно более 20% (118 ГВт) всех альтернативных систем, США – 15 (93 ГВт) и Германия – 13(78 ГВт) [5-7].

Перспектива такова, что Европа и США намерены к 2040 г. довести долю альтернативной энергетики до 40%.

Такой скачок объясняется тем, что в самые последние годы вложения в «зеленую энергетику» падают, а ввод новых мощностей растет в связи с произошедшим переломом производства, при котором на выпуск новой продукции сейчас необходимо затрачивать меньше средств ввиду совершенствующихся технологий.

Следует также отметить, что стоимость солнечных фотоэлектрических преобразователей падает: их цена за так называемый пиковый ватт за последние два года составляла 2$, сейчас – 0,44$.

И, конечно, нельзя не учитывать специфику каждого из возобновляемых видов энергии. Так, обычные электростанции не зависят от климата, от погоды, а работа альтернативных станций связана с особенностями местности, в которой они установлены.

На территории России сосредоточено более 45% мировых запасов газа, 13 – нефти, 23 – угля, 14 – урана, эти запасы топливно-энергетических ресурсов способны обеспечить потребности России в тепловой и электроэнергии в течение сотен лет. Однако фактическое их использование обусловлено существенными трудностями и опасностями, не обеспечивает потребности многих регионов энергией, связано с безвозвратными потерями топливных ресурсов, угрожает экологической катастрофой в местах добычи и эксплуатации топливно-энергетических ресурсов. Около 22-25 млн чел., занимающих более 70% территории России, проживают в районах автономного энергоснабжения или ненадежного централизованного энергоснабжения.

Экономический потенциал возобновляемых источников энергии на территории России, выраженный в тоннах условного топлива (т у.т.), составляет по видам источников: энергия солнца – 12,5 млн т у.т., энергия ветра – 10, геотермальная энергетика – 115, энергия биомассы – 35, энергия малых рек – 65, энергия низкопотенциальных источников тепла – 31,5, всего 270 млн т у.т.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Уникальные запасы угля, газа и нефти не умаляют весомости аргументов значимости использования возобновляемых источников энергии, так как уже в нынешних условиях созданы экономические и экологически эффективные области использования альтернативной энергетики. К ним следует отнести населенные пункты, находящиеся в зоне автономного энергоснабжения, а также территории дефицитных энергосистем и населенные пункты, находящиеся в зонах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Чрезвычайно важно для стратегии государства то, что использование возобновляемых источников энергии не только сохраняет ископаемое органическое топливо для будущих поколений, но и увеличивает имеющийся экспортный потенциал нефти и газа.

Россия обладает всеми видами возобновляемых источников энергии, а большинство субъектов РФ имеют ресурсы двух-трех видов. Экономический потенциал России, оцененный в 314 млн т у.т. в год, равный одной трети внутреннего потребления первичной энергии, используется всего на 5-10%.

В России проблема энергосбережения весьма актуальна. Удельное потребление электроэнергии на единицу произведенной продукции в 2-3 раза больше, чем на подобных предприятиях в Западной Европе. На многих отечественных предприятиях только около 50% общей потребляемой энергии идет на производственные нужды. Проблема экономии энергетических ресурсов и повышения эффективности их использования, защиты окружающей среды имеет особое значение в сельском хозяйстве.

Потери тепла на объектах агропромышленного комплекса, как правило, недопустимо велики. Обследование ряда животноводческих ферм показало, что нормативное значение термических сопротивлений ограждений здания чаще всего не выдержано. Действительные значения сопротивления теплопередачи наружных стен на 30-70% ниже нормативных, при этом принятые в России нормы существенно ниже, чем в странах Западной Европы. Значительны потери энергии и в технологических процессах сельхозпроизводства.

Практическая сторона вопроса

Электроэнергетика Краснодарского края переживает в настоящее время известный кризис, усугубляющийся регулярно повторяющимися природными и экологическими катаклизмами, в результате которого происходят отключения как отдельных предприятий, так и целых энергетических районов от систем центрального электроснабжения. Такие отключения, вызванные нехваткой генерирующих мощностей, наносят серьезный урон экономике края и требуют срочных мер по предотвращению кризиса.

Анализ состояния дел в энергетическом обеспечении АПК края в сложившихся рыночных условиях показывает, что большая часть энергетического хозяйства сельскохозяйственных производителей находится в запущенном состоянии.

Основное оборудование электростанций отработало положенный ресурс и требует замены. В крае эксплуатируется более 3000 котельных с устаревшим оборудованием, фактический КПД менее 70%.

В то же время в крае имеются обширные запасы возобновляемых источников энергии, которые могут снизить дефицит органического топлива, в наличии также имеется опыт использования возобновляемых источников энергии. Степень их использования в энергобалансе края составляет 1,7%.

Анализ состояния дел в энергетическом обеспечении АПК края в сложившихся рыночных условиях показывает, что большая часть энергохозяйства сельскохозяйственных производителей находится в крайне запущенном состоянии.

Одной из основных причин создавшегося дефицита является дефицит и неукомплектованность квалифицированным электротехническим и теплотехническим персоналом и в связи с этим недостаточное внимание к вопросам рационального и эффективного расходования топливно-энергетических ресурсов.

Руководство Кубанского госагроуниверситета, учитывая складывающуюся и постоянно усугубляющуюся кризисную ситуацию с энергообеспечением и энергосбережением, организовало на факультете энергетики подготовку инженеров-энергетиков по специализации «Энергообеспечение сельского хозяйства», первый выпуск которых состоялся в июне 2004 года.

Правильность и своевременность принятого решения позволила департаменту научно-технологической политики и образования Минсельхоза РФ определить КубГАУ как базовое предприятие по пропаганде и внедрению энергосберегающих технологий, обучению студентов, подготовке и переподготовке специалистов энергетических служб агропромышленного комплекса края.

Снижению остроты этой проблемы способствовало бы расширенное применение предприятиями края энергосберегающих технологий с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ). В связи с этим регулярно проводятся научные и практические совещания, конференции и семинары, посвященные проблеме применения ВИЭ в разных областях хозяйственной деятельности.

Краснодарский край располагает необходимыми природными ресурсами для использования ВИЭ и квалифицированными научными кадрами для научного обеспечения использования ВИЭ. Только в Кубанском госагроуниверситете на факультете энергетики и электрификации проблемами ВИЭ заняты 16 профессоров, среди которых 10 докторов наук, заслуженные изобретатели России. Университет ежегодно получает патенты на изобретения в области ВИЭ и готовит аспирантов в этой области. Лицензия на подготовку специалистов высшей ква-

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

лификации через аспирантуры по специальности 05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии была получена в 2006 г. и пролонгирована в 2010 г.

Однако подготовка специалистов – необходимый, но не достаточный шаг к решению проблем электроэнергетики в области ВИЭ. Необходимы как инвестиции в использование ВИЭ предприятиями (особенно аграрными), так и создание научно-производственной базы ВИЭ, где могли бы производиться энергетические установки. Большое значение имеет также формирование общественного мнения в пользу применения ВИЭ.

В решении существующей проблемы энергосбережения и защиты окружающей среды большая роль принадлежит подготовке соответствующих специалистов в области энергетики.

Учебная практика студентов проходит в филиале кафедры электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии ООО «Теплопроект-строй», где имеется положительный опыт энергосбережения, в том числе за счет использования возобновляемых или вторичных энергетических ресурсов.

Одним из важных элементов учебного процесса, способствующим закреплению студентами теоретических знаний, приобретению практических навыков, является курсовое и дипломное проектирование. Проектирование содействует формированию у будущего специалиста способностей самостоятельно решать конкретные инженерные задачи.

Учитывая значимость курсового и дипломного проектирования при подготовке кадров высшей квалификации, на кафедре подготовлены, изданы и используются в учебном процессе учебники, учебные пособия, комплекты учебных программ. Значительная часть учебников и монографий посвящена использованию возобновляемых источников энергии.

Проблема энергосбережения является в настоящее время одной из наиболее актуальных в мире. С ней неразрывно связаны вопросы охраны окружающей среды и экономики страны. Проблема, которую можно назвать «три Э»: экономика, энергетика, экология, – чрезвычайно важна и для стран СНГ. В значительной степени ее решение возможно за счет использования возобновляемых источников энергии [8].

Среди различных возобновляемых источников энергии геотермальные станции получили наиболее широкое коммерческое развитие и эффективно функционируют на рынке услуг. Несмотря на относительно небольшую мощность современных геотермальных электростанций, по сравнению с ветроагрегатами и солнечными установками, общая выработка электроэнергии на геотермальных электростанциях достаточно высока. Это обусловлено тем, что коэффициент использования установленной мощности геотермальных электростанций в несколько раз превышает этот показатель для солнечных и ветровых установок.

Термальные воды не являются возобновляемыми источниками энергии, однако их можно отнести к «нетрадиционным» технологиям. Термальные воды нашли применение в зоне как централизованного, так и децентрализованного теплоснабжения. И в первую очередь за счет вытеснения котельных малой мощности, различных индивидуальных теплогенераторов на мазуте печном и твердом топливе.

Сегодня геотермальная энергетика обладает рядом принципиальных преимуществ: низкой себестоимостью электроэнергии, независимостью от климатических условий и погоды, высокой экологичностью [9].

Из общих запасов термальные воды с минерализацией до 10 г/л (без вредных примесей) с температурой свыше 50 °С составляют по Северному Кавказу более 900 тыс. $м^3$/сутки. По своим гидрогеологическим условиям Краснодарский край представляет крупный бассейн термальных подземных вод, которые распространены повсеместно. По подсчетам ученых и специалистов, более чем на 60% территории Кубани использование термальных вод представляет практическое значение, так как они могут быть получены самоизливом. Месторождения имеют достаточные дебеты. Температура выявленных разведкой вод колеблется в пределах 70-150 °С.

Следует отметить, что из всех видов возобновляемых источников энергии наибольшие ресурсы в Краснодарском крае имеет геотермальная энергия: введено в эксплуатацию более 250 объектов нетрадиционной энергетики, которые обслуживает более тысячи человек. Среди этих объектов 12 геотермальных месторождений с потенциальной мощностью 258 МВт, для которых пробурено 79 скважин с температурой теплоносителя на устье 75-110 °С и тепловой мощностью до 5 МВт [10-13].

В настоящее время термальные воды используются в Мостовском, Лабинском, Отрадненском, Крымском районах, в бальнеологических целях – в Абшеронском, Белореченском, Сочинско-Мацестинском и других районах Краснодарского края.

Отдельно следует выделить наиболее крупный объект возобновляемой энергетики Краснодарского края – систему геотермального теплоснабжения в поселке Розовый Лабинского района, использующую энергию двух самых крупных месторождений края (Вознесенское и Южно-Вознесенское). Население данного поселка численностью 1000 человек проживает в 192 зданиях, в том числе в 12 двухэтажных домах. Для теплоснабжения поселка в 1975 г. была пробурена геотермальная скважина 3Т Вознесенского месторождения (глубиной 2500 м), в 1982 г. – скважина 4Т Южно-Вознесенского месторождения (глубиной 2500 м). В 2007 году ЗАО «Геотерм-ЭМ» (Москва) был разработан проект демонстрационной системы геотермального теплоснабжения пос. Розовый. На основании результатов исследований и проектной документации в 2010 г. построена I очередь геотермальной системы [14].

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

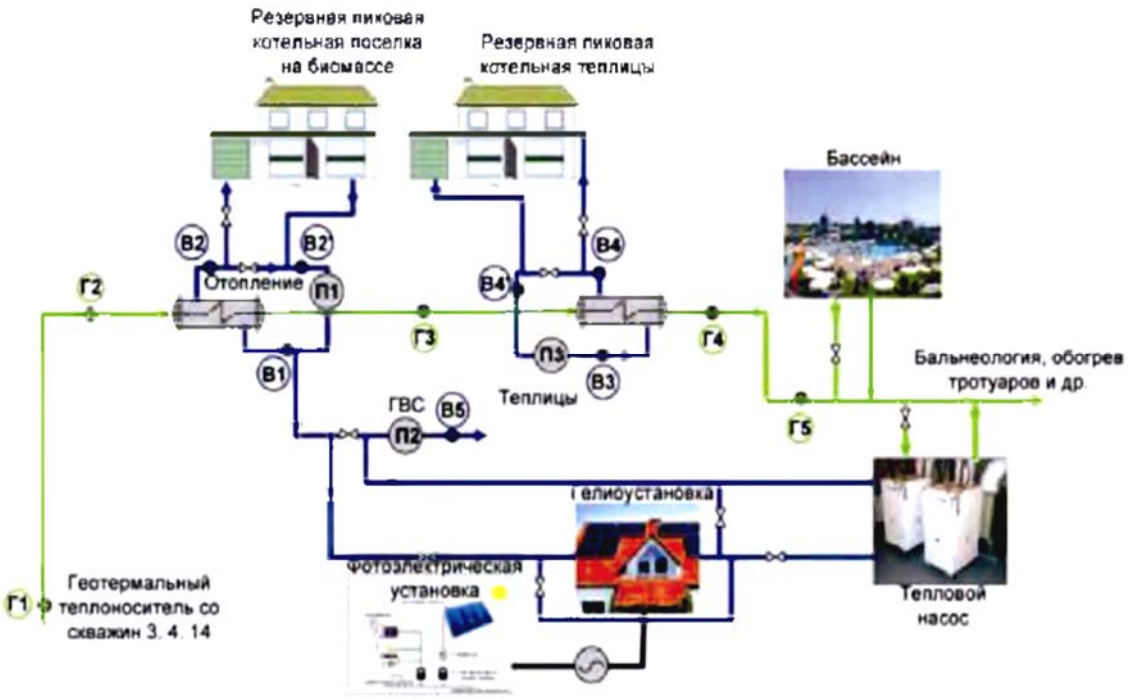

Рис. 1. Комплексная система теплоснабжения поселка Розовый
Fig. 1. Integrated heating system of the Rozoviy settlement

На рис. 1 представлена комплексная система теплоснабжения поселка Розовый на возобновляемых источниках энергии.

На рис. 2 показано оборудование геотермального центрального теплового пункта. Для стабилизации гидравлического режима геотермальной скважины 4Т построен насосный модуль. Магистральный геотермальный теплопровод Ду 150 мм проложен подземно в ППУ теплоизоляции от насосного модуля до геотермального центрального теплового пункта (ЦТП). При этом ЦТП обеспечивает половину расчетной тепловой нагрузки поселка по вновь построенным подземным теплосетям с ППУ теплоизоляцией с подключением 12 двухэтажных жилых домов. После срабатывания теплового потенциала теплоносителя в ЦТП со 100 °С до 70 °С он, по вновь построенному теплопроводу Ду 150 мм, направляется с использованием существующего трубопровода Ду 150 мм в существующий ЦТП для теплоснабжения одноэтажных домов. На первом этапе строительства геотермальная скважина 3Т продолжает работать на существующий ЦТП и теплицы [15-18].

Интерес к возобновляемым источникам энергии из года в год неуклонно растет на всех уровнях мирового сообщества. ВИЭ приобрели не только энергетическое и экологическое, но и мировое политическое значение. В наше время они уже вносят заметный вклад в глобальное потребление энергии, однако повышенный интерес к ним связывается, прежде всего, с надеждами на экологически безопасное и устойчивое энергоснабжение человечества в будущем [20].

Рис. 2. Оборудование геотермального центрального теплового пункта в пос. Розовом, Лабинский район Краснодарского края
Fig. 2. Equipment of geothermal central heat point in the Rozoviy settlement, Labinsk area, Krasnodar region

Помимо геотермальной энергетики широкое распространение в Краснодарском крае нашла гелиотермальная энергетика.

Краснодарский край имеет благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии.

С апреля по сентябрь солнце светит в равнинной части края в течение 1520-1700 часов, а в горных районах – 1200-1300 часов.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

При оценке гелиопотенциала важно знать не только фактическую продолжительность солнечного сияния, но и отношение фактической продолжительности к теоретически возможной. При этом наиболее ясными месяцами являются июль и август, когда на равнинной территории края солнце светит 65-70% светового дня.

В случае если для работы гелиоустановки необходима непрерывная продолжительность солнечного сияния в течение 8 или более часов, то такие условия в равнинной части Краснодарского края имеют место с мая по сентябрь, в южных предгорных районах этот диапазон сокращается до трех летних месяцев. Установки с необходимым интервалом облучения 5-6 часов могут благоприятно работать с апреля по октябрь.

Вероятность непрерывной продолжительности солнечного сияния более 8 часов составляет в январе от 1 до 10%, а в июле 50-60% (от числа случаев с непрерывным солнечным сиянием).

Из сказанного следует, что по результатам анализа данных солнечного сияния Краснодарский край благоприятен для использования солнечной энергии, однако при оценке эффективности работы гелиосистем того или иного класса основную роль играет не столько факт наличия солнечного сияния, сколько энергетическая мощность поступающей солнечной радиации.

Анализ среднемесячной облачности и среднемесячного прямого излучения солнца показал, что больше 50% времени в году в Краснодарском крае средняя облачность не превышает 55%, при этом среднемесячное прямое излучение солнечной энергии превышает 2 кВт/м^2 [21].

Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность на территории края приведена на рис. 3.

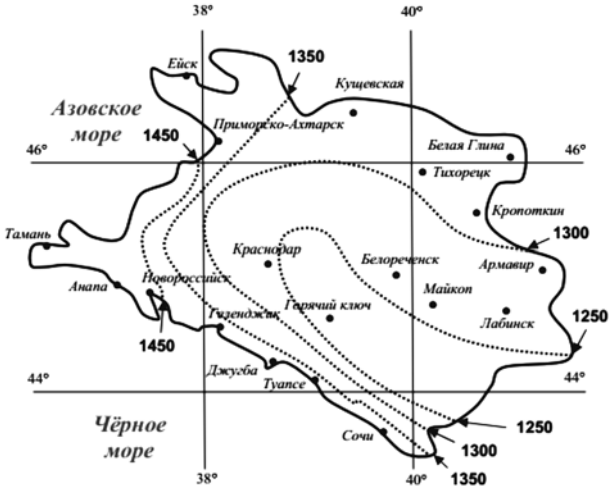

Рис. 3. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность на территории Краснодарского края (кВт·ч/м^2)
Fig. 3. Summary solar radiation on horizontal surface on the territory of Krasnodar region (kW·h/m^2)

Суммарная солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность в течение года, составляет 1200-1400 кВт·ч/м^2. При использовании солнечной энергии для получения электрической выработка энергии фотоэлектрическими модулями составляет 150-200 кВт·ч/м^2. В современных экономических условиях целесообразно сооружение сезонных солнечных водонагревательных установок с работой в межотопительный период. Строительство таких установок для жилых домов, курортных и сельскохозяйственных установок позволит ежегодно замещать 1,5 млн т у.т. органического топлива, что составляет значение полугодового краевого потребления энергетических ресурсов.

Из представленного рисунка видно, что Краснодарский край является перспективным регионом для использования солнечных электростанций и тепловых станций. В крае введены в эксплуатацию 10 солнечно-топливных котельных (рис. 4), построена и запущена солнечная электростанция в г. Усть-Лабинске Краснодарского края мощностью 18 кВт·ч.

Рис. 4. Солнечно-топливная котельная в г. Анапе Краснодарского края
Fig. 4. Solar-heat boiler room in Anapa, Krasnodar region

Одна из таких котельных расположена в станице Старовеличковской Краснодарского края, первая очередь которой была запущена в 2004 г. Расчетный режим работы: апрель-октябрь. На кровле существующей котельной центральной районной больницы с двумя водогрейными котлами КС-1 общей установленной тепловой мощностью 2,32 МВт для обеспечения горячего водоснабжения смонтирована гелиоустановка с общей площадью 171,3 м^2. Ориентация СК – южная, угол наклона над уровнем горизонта – 30°. СК по условиям гидравлики сгруппированы в блоки с числом коллекторов 5-6 шт. Схема гелиоустановки – одноконтурная. В здании котельной установлено три теплоизолированных бака-аккумулятора вместимостью по 7 м^3. Циркуляция воды при этом обеспечивается насосами ЦНЛ 32/100-1,1/2 (1 рабочий, 1 резервный) мощностью по 1,1 кВт. После 18.00 при пасмурной погоде при не-

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

обходимости вода догревается теплоносителем котлов в пластинчатом теплообменнике, после чего данный бак используется для горячего водоснабжения потребителей. В течение суток 1-2 бака работают с гелиоустановкой, из третьего осуществляется подача горячей воды потребителям [22].

В настоящее время широкое распространение получил способ преобразования солнечной энергии в тепловую при помощи солнечных коллекторов [23-26].

В крае эксплуатируется более 100 установок солнечного горячего водоснабжения общей площадью около 5000 м^2, среди которых большую часть составляют гелиоустановки пансионатов, санаториев и баз отдыха.

Подобным объектом является автоматизированная гелиоустановка горячего водоснабжения главного корпуса Сочинского гос. университета (рис. 5), разработанная и установленная специалистами Сочинского гос. университета на кровле здания главного корпуса [27-29].

Рис. 5. Гелиоустановка горячего водоснабжения СГУ
Fig. 5. Solar power plant for hot water supply SSU

Краснодарский край по своим климатическим и природным особенностям, с активно развивающейся экономикой, развитой сетевой инфраструктурой и наличием существенного дефицита энергоснабжения является одним из наиболее привлекательных регионов для развития возобновляемой энергетики.

Из-за дефицита Кубанской энергосистемы, а также в связи с повышением доли генерации тепловых электрических станций ввод экологически чистых и использующих возобновляемые природные ресурсы ветроэлектрических станций является чрезвычайно актуальным [30]. Краснодарский край имеет благоприятные климатические условия для использования ветровой энергии.

При поиске путей использования ветровой энергии для выработки электрической и тепловой энергии важным является оценка природных и технических ветроресурсов и районирование территории Краснодарского края по ветровому потенциалу.

На территории Краснодарского края эксплуатируется более 50 ветроустановок общей установленной мощностью около 250 кВт (рис. 6).

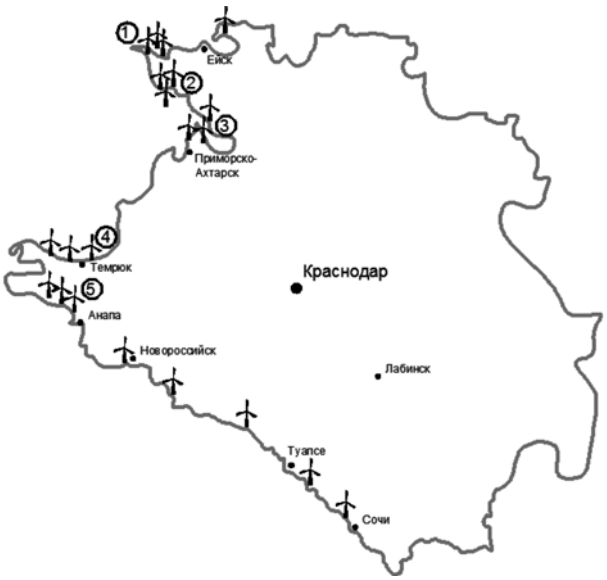

Рис. 6. Проектируемые ветроэнергетические парки Краснодарского края: 1 – «Ейск»; 2 – «Камышевский»; 3 – «Приморско-Ахтарск»; 4 – «Темрюк»; 5 – «Анапа»
Fig. 6. Designing wind-energetic parks of Krasnodar region: 1 – “Eyisk”; 2 – “Kamyshevsky”; 3 – “Primorsko-Akhtarsk”; 4 – “Temryuk”; 5 – “Anapa”

Анализ ветрового потенциала края показал, что строительство ветроэнергетических установок возможно на всей территории Краснодарского края, однако наиболее эффективным оно является в районах, прилегающих к побережью Азовского и северо-западной части Черного морей. По предварительной оценке скорости ветра на высоте 20 м экономически целесообразно сооружение комплекса общей установленной мощностью 900 МВт с годовой выработкой 3275 млн кВт·ч электрической энергии, что составляет 36% суммарной мощности всех подключенных потребителей региона. При оценке скорости вера на высоте 30-60 м экономически целесообразно сооружение 4 комплексов на побережье Черного и Азовского морей общей установленной мощностью 1080 МВт с использованием ветроэлектростанций мощностью 1,8 МВт суммарной годовой выработкой энергии 14200 млн кВт·ч (при коэффициенте использования 0,45), что составляет 34,4% от краевого фактического годового потребления [31].

Что касается энергии биомассы, то ее использование в Краснодарском крае на сегодняшний день незначительно, несмотря на то, что регион обладает высоким потенциалом по использованию отходов агропромышленного и деревообрабатывающего комплексов [32].

Не менее перспективным для Краснодарского края является использование энергии малых рек с сооружением на них малых и микроГЭС, а также сооружение приливных электростанций: на основании прогноза Института энергетической стратегии РФ к 2030 г. установленная мощность данного вида энергоисточников по объему должна составлять 4 ГВт.

International Publishing House for scientific periodicals “Space”
Международный издательский дом научной периодики “Спейс”

Необходимо отметить, что малая гидроэнергетика за последние десятилетия заняла устойчивое положение в качестве важной составляющей электроэнергетики многих стран мира. Большое количество малых ГЭС построено в Западной Европе, Австралии, Азии, Северной и Южной Америке. Лидирующая роль в строительстве объектов малой энергетики принадлежит Китаю, где суммарная установленная мощность малых ГЭС составляет 30,5 млн кВт, а в ряде стран установленная мощность последних превышает 1 млн кВт (США, Канада, Швеция, Испания, Франция, Италия.

Достоинством малых ГЭС является низкая абсолютная материалоемкость, короткий инвестиционный цикл. Они могут сооружаться практически на любых водных объектах, имеющих гидроэнергетический потенциал: на малых реках и ручьях, водосбросных сооружениях мелиоративных систем, водосбросах ТЭЦ, питьевых водоводах и др. [33, 34].

В Европейской части РФ имеется большое количество малых рек, которые формируют значительную часть стока России, при этом использование их энергетического потенциала доступными средствами оценивается в 100 млрд кВт·ч.

Накопленный в 50-60-е годы в бывшем СССР большой опыт энергетических ресурсов малых рек говорит о том, что сегодня он должен быть востребован. В то время страна занимала ведущее место в мире по сооружению малых ГЭС – 6,5 тыс. станций. Однако в настоящее время в России в рабочем состоянии осталась лишь малая часть малых и микроГЭС, построенных в 50-60 годах XX века.

Возросший интерес к малой гидроэнергетике связан с тем, что в промышленно развитых районах, особенно в Европейской части России, исчерпаны возможности крупного гидроэнергетического строительства, что также связано с преодолением негативной реакции на экологические последствия такого строительства. Кроме того, малое гидростроительство, ведущееся, как правило, в границах естественного колебания уровней водотока, практически не наносит экологического ущерба.

Наиболее эффективным направлением является реконструкция и восстановление ранее существовавших, но впоследствии выведенных из эксплуатации малых ГЭС (МГЭС). Это направление также может быть перспективным в Краснодарском крае, где они могут быть реконструированы на новом техническом уровне. На ряде малых ГЭС сохранились гидротехнические сооружения и подпертые бьефы, которые используются в рекреационных, водохозяйственных, мелиоративных целях, что упрощает задачу восстановления объектов и снимает ряд задач, связанных с экологией.

Особое внимание в технической политике для малых и микроГЭС должно быть направлено на дальнейшее совершенствование проектов с целью упрощения компоновки ГЭС; использование местных материалов, в том числе дерева, для плотин и водоводов, снижение стоимости строительства; разработку конструктивных решений, обеспечивающих работу рукавных микроГЭС в зимний период; создание свободно-поточных погружных и наплавных микроГЭС мощностью 1; 2; 5; 10 кВт.

При этом требования, которым должны отвечать малые гидростанции, следующие: назначенный ресурс 100 тыс. ч, возможность длительной работы без технического обслуживания не менее 250 ч, полная автоматизация всех технологических процессов с возможностью ручного управления, быстрота пуска, возможность гибкого маневрирования, блочная поставка, компактность, минимальный штат обслуживающего персонала.

Покрытие дефицита электроэнергии в регионе требует развития местных генерирующих мощностей для резервирования и получения электроэнергии. Одним из основных направлений развития электроэнергетики в рассматриваемой перспективе следует иметь в виду освоение потенциала малой гидроэнергетики.

Основная часть предполагаемых к проектированию малых ГЭС Краснодарского края располагается в горных, удаленных районах, на концевых участках ЛЭП, в районах ненадежного энергоснабжения. При этом малые ГЭС могут рассматриваться в качестве аварийного резерва мощности при отключении энергоснабжения района.

Одним из таких сооружений является Краснополянская ГЭС общей мощностью 28,8 МВт, расположенная на реке Мзымте, поселок Красная поляна (рис. 7) [35, 36].

Рис. 7. Краснополянская ГЭС, Краснодарский край
Fig. 7. Krasnaya Polyana HPS, Krasnodar region

Строительство малых ГЭС будет также способствовать укреплению хозяйственной базы прилегающих к строительству районов, улучшению местного транспортного обеспечения, энергоснабжения и связи.

Ряд предполагаемых к проектированию малых ГЭС находится на территории Республики Адыгея.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Сооружение этих объектов будет способствовать укреплению энергетической базы республики, самообеспечению ее конечными энергоносителями. Возможное строительство таких малых ГЭС окажет существенное влияние на развитие изолированных районов, стимулируя их рекреационное и хозяйственное использование.

Выводы

Комплексное использование термальных вод, включающее в себя теплоснабжение, горячее водоснабжение, выработку электроэнергии, извлечение ценных микроэлементов, бальнеологию, производство сельхозпродукции (рыба, овощи, птица) и строительных материалов повысит их эффективность.

Совместный анализ метеорологических и радиационных параметров с учетом физико-географических особенностей территорий определил на территории Краснодарского края 5 однородных радиационно-климатических зон: 1 – северная часть Черноморского побережья (Анапа – Тамань) и побережье Азовского моря; 2 – побережье Черного моря от Анапы до Адлера; 3 – равнинные районы Краснодарского края; 4 – предгорные районы до горы Фишт; 5 – горные районы от верховья реки Мзымта до горы Фишт.

Практически существенное снижение радиационных показателей наблюдается в пятой зоне.

Основной недостаток при эксплуатации гелиоустановок, наиболее часто встречающийся на территории Краснодарского края, – гололедные образования и туманы, в первой и третьей зонах отмечаются пыльные бури в период с февраля по апрель.

Следует отметить, что каждый из рассмотренных видов ресурсов обладает своими преимуществами и недостатками, которые необходимо учитывать при выборе источника энергии. Однако для всех характерно неравномерное поступление энергии в течение времени. Наибольшая зависимость от неравномерности поступающей энергии заметна для солнечной энергетики, где поступление энергии зависит не только от времени года и от части суток, но и от прозрачности атмосферы и погодных условий. Все это приводит к необходимости создания средств, предназначенных для выравнивания интенсивности поступления энергии от солнечной радиации к потребителю, и способов накопления и хранения этой энергии.

Краснодарский край имеет достаточно благоприятные климатические условия для использования ветровой энергии. В связи с изысканием путей использования ветровой энергии для выработки электрической и тепловой энергии важным является оценка природных и технических ветроресурсов и районирование территории края по ветровому потенциалу, такая работа должна способствовать рациональному и оптимальному использованию ветроресурсов в Краснодарском крае.

Следует рассматривать возможности восстановления и проектирования малых ГЭС как объекты, обеспечивающие более полное использование богатейшего энергопотенциала района, а также в качестве энергосберегающего фактора и фактора улучшения состояния воздушной среды.

Освоение технического потенциала малой гидроэнергетики Кубани, составляющего порядка 10 млрд кВт·ч, позволит вытеснить из топливно-энергетического баланса примерно 1,2 млн т органического топлива. Это также скажется на смягчении экологической ситуации в регионе за счет сокращения количества выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основная часть проектируемых малых ГЭС располагается в горных, удаленных районах, на концевых участках ЛЭП, в районах ненадежного энергоснабжения. В связи с этим малые ГЭС могут рассматриваться в качестве аварийного резерва мощности при отключении энергорайона от объединенной электросети.

Строительство малых ГЭС будет способствовать укреплению хозяйственной базы прилегающих к строительству регионов, улучшению местного транспортного обеспечения, энергоснабжения и связи. Проектируемые малые ГЭС окажут существенное влияние на развитие изолированных районов, стимулируя их рекреационное и хозяйственное использование.

Наконец, малая гидроэнергетика выгодно отличается от других источников энергии, прежде всего независимостью от конъюнктуры непрерывно растущих цен на топливо, потребностью в небольших единовременных вложениях средств, дающих быструю отдачу, по сравнению с другими нетрадиционными источниками энергии, а также надежностью инвестирования капитала.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Список литературы

1. Гайтов Б.Х. Состояние и перспективы развития электроэнергетики России. Технические и технологические системы. Материалы шестой международной научной конференции ТТС-14. Сборник материалов. Краснодар: ФВУНЦ ВВС ВВА, 2014. С. 5-15.

Refrrences

1. Gajtov B.H. Sostoânie i perspektivy razvitiâ èlektroènergetiki Rossii. Tehničeskie i tehnologičeskie sistemy. Materialy šestoj meždunarodnoj naučnoj konferencii TTS-14. Sbornik materialov. Krasnodar: FVUNC VVS VVA, 2014. S. 5-15.

2. Указ Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» // Российская газета – Федеральный выпуск. №4680. 2008.

3. World Energy Outlook 2012. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.worldenergyoutlook.org/.20.12.2014.

4. Ватт на все времена // Российская газета – Федеральный выпуск. №4835. 2014.

5. Гарькавый К.А., Цыганков Б.Х. Анализ тенденций развития традиционных и возобновляемых источников энергии // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2014. Вып. № 46. С. 207-212.

6. Амерханов Р.А., Цыганков Б.К., Бегдай С.Н., Кириченко А.С., Милованов И.В., Куличкина А.А. Перспективы использования возобновляемых источников энергии // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2013. № 42. С. 185-189.

7. Фортов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников в мире и в России // Теплоэнергетика. 2014. № 6. С. 4.

8. Трубилин А.И., Амерханов Р.А., Перекотий Г.П., Богдан А.В., Бутузов В.А. Образование и подготовка специалистов по возобновляемым источникам энергии при использовании энергетического аудита и менеджмента // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2008. № 1. С. 12-19.

9. Томаров Г.В. Тенденции и перспективы развития геотермальной энергетики. Возобновляемые источники энергии: Курс лекций. Вып. 7. М.: Университетская книга, 2012. С 113-130.

10. Шетов В.Х., Бутузов В.А. Перспективы развития энергетики Краснодарского края // Академия энергетики. 2004. № 2.

11. Гарькавый К.А., Цыганков Б.К. Энергетические ресурсы России // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2014. № 4 (179). С. 46-52.

12. Амерханов Р.А., Богдан А.В., Потапенко И.А., Харченко П.М., Гарькавый К.А., Ададуров Е.А., Чернышев А.И., Бегдай С.И., Крыжановский В.Г. Развитие энергообеспечения АПК Краснодарского края // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 11. С. 4.

13. Амерханов Р.А., Богдан А.В., Бутузов В.А. Перспективы развития энергетики Краснодарского края при использовании возобновляемых источников энергии // Энергосбережение и водоподготовка. 2005. № 3. С. 52-55.

14. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 2009.

15. Поваров О.С., Томаров Г.В. Развитие геотермальной энергетики в России и за рубежом // Теплоэнергетика. 2006. № 3.

2. Ukaz Prezidenta RF ot 4 iûnâ 2008 g. № 889 «O nekotoryh merah po povyšeniû ènergetičeskoj i èkologičeskoj èffektivnosti rossijskoj èkonomiki» // Rossijskaâ gazeta – Federal'nyj vypusk. №4680. 2008.

3. World Energy Outlook 2012. Èlektronnyj resurs. Režim dostupa: http://www.worldenergyoutlook.org /.20.12.2014.

4. Vatt na vse vremena // Rossijskaâ gazeta – Federal'nyj vypusk. №4835. 2014.

5. Gar'kavyj K.A., Cygankov B.H. Analiz tendencij razvitiâ tradicionnyh i vozobnovlâemyh istočnikov ènergii // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2014. Vyp. № 46. S. 207-212.

6. Amerhanov R.A., Cygankov B.K., Begdaj S.N., Kiričenko A.S., Milovanov I.V., Kuličkina A.A. Perspektivy ispol'zovaniâ vozobnovlâemyh istočnikov ènergii // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2013. № 42. S. 185-189.

7. Fortov V.E., Popel' O.S. Sostoânie razvitiâ vozobnovlâemyh istočnikov v mire i v Rossii // Teploènergetika. 2014. № 6. S. 4.

8. Trubilin A.I., Amerhanov R.A., Perekotij G.P., Bogdan A.V., Butuzov V.A. Obrazovanie i podgotovka specialistov po vozobnovlâemym istočnikam ènergii pri ispol'zovanii ènergetičeskogo audita i menedžmenta // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2008. № 1. S. 12-19.

9. Tomarov G.V. Tendencii i perspektivy razvitiâ geotermal'noj ènergetiki. Vozobnovlâemye istočniki ènergii: Kurs lekcij. Vyp. 7. M.: Universitetskaâ kniga, 2012. S 113-130.

10. Šetov V.H., Butuzov V.A. Perspektivy razvitiâ ènergetiki Krasnodarskogo kraâ // Akademiâ ènergetiki. 2004. № 2.

11. Gar'kavyj K.A., Cygankov B.K. Ènergetičeskie resursy Rossii // Izvestiâ vysših učebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriâ: Tehničeskie nauki. 2014. № 4 (179). S. 46-52.

12. Amerhanov R.A., Bogdan A.V., Potapenko I.A., Harčenko P.M., Gar'kavyj K.A., Adadurov E.A., Černyšev A.I., Begdaj S.I., Kryžanovskij V.G. Razvitie ènergoobespečeniâ APK Krasnodarskogo kraâ // Mehanizaciâ i èlektrifikaciâ sel'skogo hozâjstva. 2004. № 11. S. 4.

13. Amerhanov R.A., Bogdan A.V., Butuzov V.A. Perspektivy razvitiâ ènergetiki Krasnodarskogo kraâ pri ispol'zovanii vozobnovlâemyh istočnikov ènergii // Ènergosbereženie i vodopodgotovka. 2005. № 3. S. 52-55.

14. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Gar'kavyj K.A. Voprosy teorii i innovacionnyh rešenij pri ispol'zovanii gelioènergetičeskih sistem. M.: Ènergoatomizdat, 2009.

15. Povarov O.S., Tomarov G.V. Razvitie geotermal'noj ènergetiki v Rossii i za rubežom // Teploènergetika. 2006. № 3.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

16. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И.С. Исследование и разработка геотермальной системы теплоснабжения жилого поселка и теплиц. Возобновляемые источники энергии: материалы научной молодежной школы с международным участием / под общей ред. А.А. Соловьева. М.: Университетская книга, 2008. Ч. 1. С. 76-83.

17. Бутузов В.А., Томаров Г.В., Брянцева Е.В., Бутузов В.А. Исследования и проектирование геотермальной системы теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2010. № 4.

18. Амерханов Р.А., Куличкина А.А. Геотермальная энергия // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2014. Вып. № 46. С. 226-229.

19. Амерханов Р.А., Вербицкая С.В., Куличкина А.А., Милованов М.И. Преимущества использования геотермальной энергии в системах тепло- и электроснабжения // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2014. Вып. № 48. С. 132-146.

20. Попель О.С. О разработке концепции создания научно-производственного кластера по возобновляемой энергетике на юге России. Возобновляемые источники энергии: Курс лекций. Вып. 7. М.: Университетская книга, 2012. С. 36-45.

21. Бутузов В.А. Учет интенсивности солнечной радиации при проектировании гелиоустановок // Теплоэффективные технологии. 2001. № 3. С. 24-25.

22. Бутузов В.А. Солнечно-топливная котельная в Анапе // Промышленная энергетика. 2004. № 2.

23. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Султанов Г.А. Экономическая целесообразность разработки новых конструкций солнечных коллекторов // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2010. Вып. №3 (24). С. 139-143.

24. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И.С. Перспективы развития возобновляемой энергетики при использовании комплексных гелиоустановок малой мощности // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2010. Вып. №3 (24). С. 188-196.

25. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Бершицкий Ю.И. Об экономическом и энергетическом обосновании с использованием гелиоустановок // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2010. Вып. №4 (25). С. 156-161.

26. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Брянцева Е.В. Опыт и условия эксплуатации и оптимизации гелиоэнергетических установок в Краснодарском крае // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Технические науки. 2011. № 3. С. 40-43.

27. Бутузов В.А. Перспективы солнечного теплоснабжения в России // Академия энергетики. 2014. № 1 (57). С. 56-58.

28. Амерханов Р.А., Вербицкая С.В, Куличкина А.А., Милованов М.И. Возможности использования солнечной энергии в Краснодарском крае // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2014. Вып. № 48. С. 146-150.

16. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Brânceva E.V., Butuzov V.V., Gnatûk I.S. Issledovanie i razrabotka geotermal'noj sistemy teplosnabženiâ žilogo poselka i teplic. Vozobnovlâemye istočniki ènergii: ma-terialy naučnoj molodežnoj školy s meždunarodnym učastiem / pod obŝej red. A.A. Solov'eva. M.: Universitetskaâ kniga, 2008. Č. 1. S. 76-83.

17. Butuzov V.A., Tomarov G.V., Brânceva E.V., Butuzov V.A. Issledovaniâ i proektirovanie geotermal'noj sistemy teplosnabženiâ // Teploènergetika. 2010. № 4.

18. Amerhanov R.A., Kuličkina A.A. Geotermal'naâ ènergiâ // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2014. Vyp. № 46. S. 226-229.

19. Amerhanov R.A., Verbickaâ S.V., Kuličkina A.A., Milovanov M.I. Preimuŝestva ispol'zovaniâ geo-termal'noj ènergii v sistemah teplo- i èlektrosnabženiâ // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2014. Vyp. № 48. S. 132-146.

20. Popel' O.S. O razrabotke koncepcii sozdaniâ naučno-proizvodstvennogo klastera po vozobnovlâemoj ènergetike na ûge Rossii. Vozobnovlâemye istočniki ènergii: Kurs lekcij. Vyp. 7. M.: Universitetskaâ kniga, 2012. S. 36-45.

21. Butuzov V.A. Učet intensivnosti solnečnoj radiacii pri proektirovanii gelioustanovok // Teploèffektivnye tehnologii. 2001. № 3. S. 24-25.

22. Butuzov V.A. Solnečno-toplivnaâ kotel'naâ v Anape // Promyšlennaâ ènergetika. 2004. № 2.

23. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Sultanov G.A. Èkonomičeskaâ celesoobraznost' razrabotki novyh konstrukcij solnečnyh kollektorov // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2010. Vyp. №3 (24). S. 139-143.

24. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Brânceva E.V., Butuzov V.V., Gnatûk I.S. Perspektivy razvitiâ vozobnovlâemoj ènergetiki pri ispol'zovanii kompleksnyh gelioustanovok maloj moŝnosti // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2010. Vyp. №3 (24). S. 188-196.

25. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Beršickij Û.I. Ob èkonomičeskom i ènergetičeskom obosnovanii s ispol'zovaniem gelioustanovok // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2010. Vyp. №4 (25). S. 156-161.

26. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Brânceva E.V. Opyt i usloviâ èkspluatacii i optimizacii gelioènergetičeskih ustanovok v Krasnodarskom krae // Izv. vuzov Sev.-Kavk. region. Tehničeskie nauki. 2011. № 3. S. 40-43.

27. Butuzov V.A. Perspektivy solnečnogo teplosnabženiâ v Rossii // Akademiâ ènergetiki. 2014. № 1 (57). S. 56-58.

28. Amerhanov R.A., Verbickaâ S.V, Kuličkina A.A., Milovanov M.I. Vozmožnosti ispol'zovaniâ solnečnoj ènergii v Krasnodarskom krae // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2014. Vyp. № 48. S. 146-150.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

29. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Брянцева Е.В. Опыт и условия эксплуатации и оптимизации гелиоэнергетических установок в Краснодарском крае // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2011. № 3. С. 40-43.

30. Ермоленко Г.В. Проект строительства ветроэлектростанции установленной мощностью 60 МВт на территории п. Мирный Ейского района Краснодарского края. Возобновляемые источники энергии: Курс лекций. Вып. 7. М.: Университетская книга, 2012. С. 186–212.

31. Амерханов Р.А., Богдан А.В., Вербицкая С.В., Гарькавый К.А. Проектирование систем энергообеспечения / под ред. Р.А. Амерханова. М.: Энергоатомиздат, 2010.

32. Амерханов Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. М., 2003.

33. Амерханов Р.А., Трубилин А.И., Гарькавый К.А. Необходимость решения проблемы экономии энергетических ресурсов путем использования современных энергосберегающих технологий // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2012. № 36. С. 281-283.

34. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Перспективы развития малой гидроэнергетики Краснодарского края // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. № 6. С. 5-7

35. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А., Бегдай С.Н. Возможности использования потенциала гидроэнергетических ресурсов Краснодарского края. Возобновляемые источники энергии: материалы научной молодежной школы с международным участием / под общей ред. А.А. Соловьева. М.: Университетская книга, 2008. Ч. 1. С. 28-34.

36. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Состояние и возможности потенциала гидроэнергетических ресурсов рек и водохранилищ Краснодарского края // Труды Кубанского госагроуниверситета. 2008. Вып. №5 (14). С. 179-183.

29. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Brânceva E.V. Opyt i usloviâ èkspluatacii i optimizacii gelioènergetičeskih ustanovok v Krasnodarskom krae // Izv. vuzov. Severo-Kavkazskij region. Seriâ: Tehničeskie nauki. 2011. № 3. S. 40-43.

30. Ermolenko G.V. Proekt stroitel'stva vetroèlektrostancii ustanovlennoj mošnost'û 60 MVt na territorii p. Mirnyj Ejskogo rajona Krasnodarskogo kraâ. Vozobnovlâemye istočniki ènergii: Kurs lekcij. Vyp. 7. M.: Universitetskaâ kniga, 2012. S. 186–212.

31. Amerhanov R.A., Bogdan A.V., Verbickaâ S.V., Gar'kavyj K.A. Proektirovanie sistem ènergoobespečeniâ / pod red. R.A. Amerhanova. M.: Ènergoatomizdat, 2010.

32. Amerhanov R.A. Optimizaciâ sel'skohozâjstvennyh ènergetičeskih ustanovok s ispol'zovaniem vozobnovlâemyh vidov ènergii. M., 2003.

33. Amerhanov R.A., Trubilin A.I., Gar'kavyj K.A. Neobhodimost' rešeniâ problemy èkonomii ènergetičeskih resursov putem ispol'zoviâ sovremennyh ènergosberegaûših tehnologij // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2012. № 36. S. 281-283.

34. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Gar'kavyj K.A. Perspektivy razvitiâ maloj gidroènergetiki Krasnodarskogo kraâ // Ènergosbereženie i vodopodgotovka. 2008. № 6. S. 5-7

35. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Gar'kavyj K.A., Begdaj S.N. Vozmožnosti ispol'zoviâ potenciala gidroènergetičeskih resursov Krasnodarskogo kraâ. Vozobnovlâemye istočniki ènergii: materialy nauč-noj molodežnoj školy s meždunarodnym učastiem / pod obŝej red. A.A. Solov'eva. M.: Universitetskaâ kniga, 2008. Č. 1. S. 28-34.

36. Amerhanov R.A., Butuzov V.A., Gar'kavyj K.A. Sostoânie i vozmožnosti potenciala gidroènergeti-českih resursov rek i vodohraniliŝ Krasnodarskogo kraâ // Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta. 2008. Vyp. №5 (14). S. 179-183.

Транслитерация по ISO 9:1995

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"