ной совместимости радиоэлектронных средств заключение об отсутствии недопустимого воздействия сигнала помехи, а также о появлении боковых лепестков в диаграмме направленности антенн, можно сделать, анализируя полученные данные и характеристики.

Литература

1. Емельянов В.А. Проводимость резонаторно-щелевых антенных систем // Математические модели и их приложения сборник научных трудов. / Емельянов В.А., В.Н.Пичугин. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, 2003. – с. 173-176.

2. Пичугин В.Н. Исследование характеристик антенной решетки щелевых излучателей на основной частоте и в многоволновом режиме приема: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2004. – 120 с.

3. Пичугин В.Н. Исследование характеристик антенной решетки щелевых излучателей на основной частоте и в многоволновом режиме приема: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева. Казань, 2004. – 16 с.

4. Пичугин В.Н. Исследование дифракции электромагнитных волн на нелинейных рассеивателях. Вып.1 / В.Н.Пичугин, И.Г.Бугрова. – Москва: Научно-информационный журнал научно-исследовательского института образования и науки «Образование. Наука. Научные кадры», 2013. – 134 с.

5. Пичугин В.Н., Пряников В.С., Седельников Ю.Е. Антенная решетка щелевых излучателей в многоволновом режиме приема: монография / Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2013. – 116 с.

6. Пичугин В.Н. Исследование частотных свойств нелинейных рассеивателей в многоволновом режиме // Большая перемена: актуальные вопросы, достижения и инновации социально-гуманитарного и экономического развития. Сборник научных статей Региональной научно-практической конференции./ В.Н.Пичугин. – Издательство: Чувашский государственный университет (Чебоксары), 2017. С. 55-62.

7. Пичугин В.Н. Выбор оптимальной толщины диэлектрического укрытия щелевого нелинейного излучателя в зависимости от высоты его установки // ТЕХНОКОНГРЕСС. сборник материалов IX Международной научной конференции. / В.Н.Пичугин. – Издательство: ИД Плутон (Кемерово), 2017. С. 4-6.

8. Pichugin V. N., Fedorov R.V., Nemkova M. P. and Veryaskina M. A. Automation of the software package‘ Relay protection and automation service’ useful in energy industries / Ecology, Environment and Conservation. 21 (Suppl.): 2015, pp. (AS1-AS5), Copyright@ EM International, ISSN 0971–765X.

9. Пичугин В.Н. Строгое решение дифракции электромагнитной волны на щелевом излучателе антенной решетки. XXIII Туполевские чтения (Школа молодых ученых). Международная молодёжная научная конференция: Материалы конференции. Сборник докладов: в 4 томах. 2017. 2017, с. 118-122

10. Пичугин В.Н., Кадышев Е.Н. Инновационные методы выбора параметров диэлектрического укрытия нелинейной электротехнической системы, влияющих на помехозащищенность в многоволновом режиме. Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: Материалы I Международной научно-технической конференции. 2017, с. 171-177

11. Пичугин В.Н. Методы оценки параметров диаграммы направленности щелевой антенной решетки, влияющих на помехозащищенность в многоволновом режиме. Современные тенденции в управлении промышленными инновационными организациями: Региональная научно-практическая конференция с международным участием (посвящается 50-летию Чувашского государственного университета имени И.Н.Ульянова). 2017, с. 110-118

12. Пичугин В.Н. Особенности измерения и контроля характеристик щелевых антенных систем в многоволновом режиме. Современные тенденции в управлении промышленными инновационными организациями: Региональная научно-практическая конференция с международным участием (посвящается 50-летию Чувашского государственного университета имени И.Н.Ульянова). 2017, с. 118-122

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИВ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНЫЙ КВАДРАТ»

Феофилова Н.И.,
преподаватель химии и биологии
СУНЦ УрФУ, г. Екатеринбург;
Аглетдинов М.Р.,
студент 2 курса физико-технологического института
УрФУ, г.Екатеринбург,
кафедра экспериментальной физики;
Божко Я.Г.,
аспирант кафедры терапии ФПК и ПП УГМУ, г.Екатеринбург.

АННОТАЦИЯ

В работе исследуется возможность перехода энергетики Свердловской области с углеводородного топлива на возобновляемые источники энергии. Показано, что наиболее значимым энергетическим ресурсом является энергия атома. Достаточно высоким энергетическим потенциалом обладают водные ресурсы. В силу климатических особенностей области, использование энергии ветра и солнца не представляется эффективным, однако использование их в комплексной модели дает хорошие результаты. Проводится сравнение с энергоресурсами Мурманской области.

Ключевые слова: энергоресурсы, атомная энергия, ветроэнергетика, гелиоэнергетика, гидроресурсы

ABSTRACT

The article analyzes the possibility of conversion of the Sverdlovsk region's energy from hydrocarbon fuel to renewable energy sources. It was shown that the most significant energy resource is the energy of the atom. Water resources have a sufficiently high energetic potential. Due to the climatic features of the region, using of wind and solar energy is not effective, but using of them in integrated model gives good results. A comparison was made with the energetic resources of the Murmansk region.

Keywords: energetic resources, nuclear energy, wind energy, solar energy, hydroresources

Солнце, ветер, вода и атом, дополняя и усиливая друг друга,
должны образовывать тот зелёный квадрат,
который станет основой будущего мирового безуглеродного баланса"
А.Е. Лихачев, генеральный директор Госкорпорации «Росатом»

Развитие мировой энергетики XXI века, несмотря на существенный технологический прорыв, в большей степени, продолжается по «углеводородной» траектории, заданной еще в прошлом столетии. Данная модель подразумевает значительные экологические риски, связанные с глобальными климатическими преобразованиями и исчерпаемостью природных ресурсов.

Не является исключением и Свердловская область. Данные, представленные данные в таблице 1 показывают, что всего безуглеродные источники энергии составляют лишь 14,3% от общей энергетической мощности региона. В общей структуре топливного баланса электростанций Свердловской области газ составляет 45,4%, уголь – 38,1 % ядерное топливо – 14,2%, прочие источники энергии – 2,3 %. Наличие в Свердловской области крупнейшей угольной электростанции в стране – Рефтинской ГРЭС обусловило гораздо более высокую долю угля в топливном балансе области, чем по стране в целом. Обеспечивая диверсифицированность топливной базы области, Рефтинская ГРЭС, тем не менее, рассматривается в настоящее время как крупнейший в регионе загрязнитель, который, наряду с выбросами оксидов углерода, азота и серы в атмосферу, образует ежегодно около 4 млн тонн твердых остатков в виде золы.

Таблица 1. Структура установленной мощности электрических станций, расположенных на территории энергосистемы Свердловской области (по состоянию на 01 марта 2017 года) [4]

Тип электростанции	Установленная мощность (МВт)	Доля от установленной мощности энергосистемы Свердловской области, %
АЭС	1485	14,2
ГЭС	7	0,1
ТЭС*	8927,5	85,7
Итого	10 419,5	100

* – в том числе станции промышленных предприятий

Электроэнергетического комплекс Свердловской области характеризуется следующими особенностями:

- избыточный баланс электрической энергии и мощности энергосистемы;
- практически полная зависимость Свердловской области от ввозимых энергоресурсов;
- отсутствие централизованного электроснабжения ряда удаленных населенных пунктов на территории Свердловской области;
- развитые межсистемные связи, обеспечивающие возможность выдачи избыточной мощности в дефицитные энергосистемы (через соседние энергосистемы Пермского края, Курганской и Челябинской областей).

Следовательно, на сегодняшний день для развития энергетики Свердловской области принципиальное значение приобретают поиск и развитие энергосберегающих технологий и альтернативных источников энергии (энергия мирного атома, солнца, ветра, воды), что позволит снизить экологическую нагрузку на регион.

Учёные Уральского региона вносят свой посильный вклад в решение обозначенной проблемы. Еще в 1997 году в Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина на кафедре атомных станций и возобновляемых источников энергии (заведующий кафедрой профессор, д-р техн. наук Щеклеин С.Е.) была открыта специальность «Нетрадиционные и возоб-

новляемые источники энергии», которая стала одной их первых в стране после соответствующих кафедр МЭИ-ТУ (Москва) и СПбТУ (Санкт-Петербург), осуществляющих подготовку инженеров по данному направлению. Был разработан ряд проектов по использованию ВИЭ, подготовлены диссертационные работы. Ярким примером такого проекта является пуск в эксплуатацию многоквартирного сельского жилого дома с комплексом возобновляемых источников энергии – так называемым септ-кластером ВИЭ (ветроустановки, преобразователи солнечной энергии, солнечные коллекторы, биогазовая установка, тепловой насос, ветронасос, микроГЭС) [2].

Наиболее надёжной альтернативой углеводородному топливу в Свердловской области остаётся **энергия атома**. Гордостью Свердловской области является в этом отношении Белоярская АЭС им. И. В. Курчатова – первенец большой ядерной энергетики СССР. Реакторы первой очереди АМБ (энергоблоки №1 и №2) были введены в эксплуатацию в 1964 году [3]. Бесперебойная работа станции в советское время позволила отработать технологии для создания более мощных энергоблоков с канальными реакторами на основе урана-235.

Новыми витком в технологическом оснащении станции стали реакторы на быстрых нейтронах, использующие более распространённый в природе изотоп урана-238. Это способствовало полному замыканию топливного ядерного цикла: существенному увеличению топливной базы и уменьшению объёма радиоактивных отходов. Реакторы БН-600 (с 8 апреля 1980 года) и БН-800 (с 10 декабря 2015 года) являются уникальными в мировой ядерной энергетике. Радиационное воздействие энергоблока БН-600 на окружающую среду находится на уровне сотых долей процента от допустимого для АЭС, а многолетняя безаварийная эксплуатация позволяет ему входить в число лучших ядерных реакторов мира по показателям надёжности и безопасности. Стоит отметить, что реактор БН-800 оснащен дополнительными системами безопасности:

- система аварийного расхолаживания реактора через воздушные теплообменники (САРХ ВТО) на пассивных принципах действия (естественной циркуляции);
- дополнительная система аварийной защиты реактора, основанная на пассивных принципах её срабатывания (стержни ПАЗ);
- активная зона с натриевым пустотным эффектом реактивности, близким к нулевому значению;
- устройство для сбора расплавленного топлива (поддон внутри реактора).

Объем электроэнергии, вырабатываемой Белоярской АЭС, составляет порядка 16 % от общего объема электроэнергии Свердловской энергосистемы. Сегодня на реакторе БН-800 отрабатываются элементы новых технологий для дальнейшего расширения Белоярской АЭС энергоблоком № 5 с быстрым реактором мощностью 1200 МВт. Производство реакторов БН-1200 планируется сделать серийным.

Малая гидроэнергетика: мини и микро ГЭС. Доля гидроэлектростанций в структуре энергообеспечения Свердловской области составляет 0,1 % (7 МВт). Тем не менее, гидрологический потенциал нашего региона оценивается экспертами на уровне 300 МВт [2].

В Свердловской области протекает 18414 рек, общая протяженность которых составляет более 68 тыс. км. Ещё с XVIII века почти на каждой горной реке для производственных нужд были организованы запруды. По оценкам экспертов, уже сегодня на 12 существующих гидротехнических сооружениях возможна установка электростанций мощностью каждой более 1 МВт. Также отмечается возможность восстановления заброшенных мини-ГЭС области (Верхне-Сысертская, Алапаевская, Афанасьевская, Ирбитская, Речкаловская) и сооружения ряда новых мини - и микро-ГЭС.

Ветровая энергетика. Свердловская область характеризуется неравномерным распределением ветровых потоков по территории, поэтому использование ветроустановок не представляется эффективным повсеместно (таблица 2). На территориях с достаточным ветроэнергетическим потенциалом, особенно в отсутствии централизованного электроснабжения, ветроустановки нашли широкое применение для производства электроэнергии и в качестве ветронасоса для воды. Отметим, что в г. Екатеринбург налажено собственное производство ветроустановок

Таблица 2. Характеристики ветровой обеспеченности ряда городов и мест области

Место наблюдения	Средняя скорость ветра, м/с	Максимальная месячная скорость, м/с
Екатеринбург	3,8	4,5
Верхотурье	3	3,4
Гари	3	3,5
Ивдель	2,5	3
Нижний Тагил	3,6	3,8
Гора Благодать	5,8	6

Солнечная энергетика. Климат Свердловской области умеренно континентальный и характеризуется продолжительным зимним и коротким летним периодом. Приход солнечной радиации в эти периоды значительно различается. Обозначенный характер изменения солнечной радиации делает крайне сложным использование солнечной энергии в зимний период, но позволяет успешно применять солнечные установки и комплексы в

летний и в осенне-весенний периоды года. Имеющийся потенциал Свердловской области является весьма значительным и ненамного ниже приходов солнечной энергии в южных регионах (таблица 3).

Таблица 3. Данные по потенциалу солнечной энергии ряда территорий Российской Федерации

Параметр	Екатеринбург	Сочи	Волгоград	Санкт-Петербург
Координаты: северная широта восточная долгота	56°51’ 60° 36’	43°50’ 39° 40’	48°44’ 44° 25’	5 30° 15’
Приход энергии на поверхность СК за год, МДж/м^2	4493,1	4868,1	4834,2	4034,2
Возможная выработка энергии СК за год, МДж/м^2	2590,8	2828,8	2800,3	2302,4
Период эффективной эксплуатации (ПЭЭ)	Апрель – сентябрь	Круглый год	Апрель-октябрь	Май – октябрь
Выработка энергии СК за период в течение года, МДж/м^2	**182,9**	**209,5**	**183,1**	**165,4**

Для выработки электроэнергии и обогрева воды в небольших хозяйствах, коттеджных посёлках и отдельных многоквартирных домах в г. Каменск-Уральский Свердловской области налажено производство солнечных батарей, которые пользуются большим спросом.

Микро- и мини АЭС. Разработки малых АЭС активно велись в 60-е годы прошлого века, но были заморожены после Чернобыльской аварии. В настоящее время работы по их созданию возобновились. Микро АЭС представляют собой электростанции с мощностью меньше 10 МВт, мини - 10-200 МВт.

Малые АЭС способны эффективно решать проблему энергоснабжения в зонах децентрализованного энергоснабжения (Крайний Север и Дальний Восток). Из-за трудностей завоза топлива стоимость электроэнергии в этих регионах больше в десятки раз, чем на «большой земле». 50 регионов в России нуждаются в подобных станциях, в том числе и Свердловская область. Малые АЭС смогут сэкономить до 30% от общей стоимости электроэнергии. Небольшие объемы расходуемого топлива, удобство в перемещении, малые трудозатраты по вводу в работу, минимум обслуживающего персонала – таковы их главные производственные характеристики.

В настоящее время мире имеются разработки малых АЭС, готовые к производству и продаже.

Российская Федерация: плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) с электрической выходной мощностью в 70 мегаватт намного дешевле классической АЭС. Пилотный образец ПАТЭС строится в Северодвинске. В планах — Певек и Вилючинск.

Япония: мини-АЭС Toshiba 4S – крошечный подземный капсулированный реактор, способный поставлять в сеть до 10 мегаватт.

США: hyperion Power Module — необычайно компактная установка, питаемая низкообогащённым ураном. Она способна выдавать электрическую мощность в 25-27 мегаватт.

Для сравнения, приведём данные по Мурманской области. По оценке сотрудников филиала КНЦ РАН – Центра Физико-технических проблем энергетики Севера - в Мурманской области сконцентрированы огромные ресурсы ветровой энергии, сосредоточенные, главным образом, в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Они примерно в 20 раз превосходят потребности региона на сегодняшний день.

Технические ветроэнергоресурсы области оцениваются в 360 млрд кВт·ч при суммарной установленной мощности ветроэнергетических установок около 120 млн.кВт. Использование в этом районе хотя бы 1-2 % указанных ресурсов, самых доступных и выгодных (это 4-7 млрд. кВт·ч выработки и 1-2 млн. кВт мощности), может иметь колоссальное значение для региона. Кроме того, область располагает широким набором прочих возобновляемых источников энергии: солнце, малые реки, приливы [1].

Таким образом, использование альтернативных источников энергии представляется перспективным, экономически обоснованным и наиболее экологичным подходом в развитии региональной, федеральной и мировой энергетики 21 века.

Список литературы:

1. В.А. Минин, Г.С. Дмитриев, Е.А. Иванова, Т.Н. Морошкина, Г.В. Никифорова Ресурсы ветровой энергии Мурманской области и возможности их промышленного использования/ Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект №05-02-97502) Труды Кольского научного центра РАН. Серия «Энергетика». Вып. 3 - 2011. - № 2(5) –с. 213

2. Вехи и достижения кафедры "Атомные станции и возобновляемые источники энергии" УрФУ [Текст] / С. Е. Щеклеин, В. И. Велькин // Альтернативная энергетика и экология. - 2012. - № 4 (108). - С. 154-157 : фот., диагр. . - ISSN 1608-8298

3. Годовой отчёт по экологической безопасности Белоярской АЭС за 2017 год.

4. Схема и программа развития электроэнергетики Свердловской области на период 2019-2023 год.