

УДК 620:502.7(571.53/54)

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(218-224)

Б. Г. САНЕЕВ*, ******, **И. Ю. ИВАНОВА***, ******, **Е. П. МАЙСЮК***, ******, **Т. Ф. ТУГУЗОВА***, ******, **Р. А. ИВАНОВ***, ******

*Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130, Россия, bg_saneev@isem.sei.irk.ru, nord@isem.irk.ru,
maysyuk@isem.irk.ru, sever@isem.irk.ru, crowndriver@gmail.com

**Иркутский научный центр СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия,
bg_saneev@isem.sei.irk.ru, nord@isem.irk.ru, maysyuk@isem.irk.ru, sever@isem.irk.ru,
crowndriver@gmail.com

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ

Привены данные мониторинга энергетических объектов, расположенных в центральной экологической зоне (ЦЭЗ) Байкальской природной территории. Для уточнения размещения и классификации электросетевых объектов, тепловых и дизельных электростанций, котельных разработана информационная система энергетической инфраструктуры ЦЭЗ. Выявлено, что основная часть потребителей этой зоны обеспечивается электроэнергией централизованно от иркутской и бурятской энергосистем, имеются лишь некоторые локальные участки автономного электроснабжения. Установлено, что наибольшее воздействие на природную среду зоны оказывают котельные и Байкальская ТЭЦ. При этом в котельных Иркутской области используются практически все виды энергоресурсов. В Республике Бурятия основной вид топлива — уголь. На основе систематизированных данных о мощностном ряде котельных, виде и характеристиках сжигаемого топлива выполнены расчеты объема и ингредиентного состава эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу. Среди районов ЦЭЗ наибольший выброс от объектов энергетики в атмосферу осуществляется в Северо-Байкальском районе Республики Бурятия и Слюдянском районе Иркутской области. Сформирован перечень направлений возможного снижения антропогенной нагрузки на природную среду ЦЭЗ, среди которых модернизация котельного оборудования, перевод на экологически чистые виды топлива (природный газ, отходы деревообработки), использование электроэнергии на цели теплоснабжения, применение возобновляемых источников энергии (геотермальных, гелио- и ветроэнергетических установок, тепловых насосов).

Ключевые слова: котельные, тепловые электростанции, дизельные электростанции, расчетный выброс в атмосферу, загрязняющие вещества, природоохранные мероприятия, Байкальская природная территория.

B. G. SANEEV*, ******, **I. YU. IVANOVA***, ******, **E. P. MAISYUK***, ******, **T. F. TUGUZOVA***, ******, **AND R. A. IVANOV***, ******

*Melentiev Energy Systems Institute SB RAS,
664033, Irkutsk, Lermontova str., 130, Russia, bg_saneev@isem.sei.irk.ru, nord@isem.irk.ru,
maysyuk@isem.irk.ru, sever@isem.irk.ru, crowndriver@gmail.com

**Irkutsk Scientific Center SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia,
bg_saneev@isem.sei.irk.ru, nord@isem.irk.ru, maysyuk@isem.irk.ru, sever@isem.irk.ru,
crowndriver@gmail.com

THE POWER GENERATION INFRASTRUCTURE IN THE CENTRAL ECOLOGICAL ZONE OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY: THE ENVIRONMENTAL IMPACT AND WAYS TO MITIGATE IT

Presented are the data of monitoring of power generation facilities located in the central ecological zone of the Baikal natural territory. For specifying the location and classification of the power grid facilities, thermal and diesel electric power plants and boilers we developed the information system for the power generation infrastructure in the central ecological zone. It is found that most consumers in the central ecological zone receive electricity in a centralized manner from the power systems of Irkutsk and the Republic of Buryatia and that there are only some local areas of autonomous electric power supply. It is established that the most severe impact on the natural environment in the zone comes from the boilers, and from the Baikalsk thermal power station. Furthermore, the boilers of Irkutsk oblast use almost all kinds of energy resources. In the Republic of Buryatia, coal is the main type of fuel. On the basis of systematized data on the capacity series of the boilers, and on the type and characteristics of fuels, we calculated the volume and ingredient composition of air emissions of pollutants. Among the areas of the central ecological zone, the largest emissions from the power generation facilities correspond to the Severo-Baikal'skii district of the Republic of Buryatia, and to the Slyudyanskii district of Irkutsk oblast. We compiled the list of a possible mitigation of the anthropogenic load on the natural environment in the central ecological zone, including a modernization of boiler equipment, the transfer to

ecologically clean types of fuel (natural gas, and timber processing waste), the use of electric energy for heat-supply purposes, and the use of renewable energy sources (geothermal, solar and wind power stations, and heat pumps).

Keywords: boilers, thermal power stations, diesel power stations, calculated air emission, pollutants, environmental measures, Baikal natural territory.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Федеральным законом «Об охране озера Байкал» [1] территория центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) имеет особый статус природопользования. Для научного обоснования экологической допустимости размещения объектов энергетики на данной территории составлен реестр энергетических предприятий, относящихся к виду экономической деятельности — производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды. На исследуемой территории к таким предприятиям относятся Байкальская ТЭЦ, крупные и мелкие котельные, как правило, обеспечивающие тепловой энергией объекты социальной инфраструктуры (школы, детские сады, больницы и пр.) и жилой фонд населения, а также электросетевые объекты и автономные источники электроснабжения. Среди объектов энергетической инфраструктуры наибольшее антропогенное воздействие на природную среду ЦЭЗ оказывают котельные и ТЭЦ.

В центральную экологическую зону частично или полностью входят три района Иркутской области (Ольхонский, Иркутский и Слюдянский) и четыре — Республики Бурятия (Кабанский, Прибайкальский, Баргузинский, Северо-Байкальский) с г. Северобайкальск. Основная часть потребителей в этой зоне обеспечивается электроэнергией централизованно от иркутской и бурятской региональных энергосистем соответственно. Лишь некоторые мелкие населенные пункты, турбазы, метеостанции, расположенные в труднодоступных местах на побережье северной части ЦЭЗ, снабжаются электроэнергией от автономных дизельных электростанций (ДЭС). Несмотря на наличие значительного потенциала возобновляемых природных энергоресурсов (ветро-, гелио, гидропотенциала малых водотоков) [2], источники энергии на этих видах ресурсов в коммунальной энергетике ЦЭЗ до недавнего времени были представлены лишь небольшими объектами. В последние годы наметилась тенденция более широкого применения данного вида энергоисточников на строящихся туристических базах на побережье озера, в основном солнечных коллекторов для горячего водоснабжения, подогрева бассейнов и пр., а также фотоэлектрических модулей для автономного и резервного электроснабжения.

В 2015 г. Институтом систем энергетики СО РАН с участием сотрудников Бурятского научного центра СО РАН проведена экспедиция по районам ЦЭЗ для обследования существующего состояния систем энергоснабжения потребителей и обсуждения возможных вариантов развития.

СОСТОЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

По результатам проведенной экспедиции с использованием материалов соответствующих министерств правительств Иркутской области и Республики Бурятия были систематизированы данные по различным типам энергоисточников, в том числе мощностному ряду котельных и виду сжигаемого топлива. На основе этих материалов с использованием геосервиса Google Earth разработана информационная система энергетической инфраструктуры ЦЭЗ, включающая электросетевые объекты, ТЭЦ, котельные, дизельные электростанции, возобновляемые источники энергии. Возможности геосервиса позволили не только идентифицировать энергетические объекты и определить их размещение, но и наглядно отобразить категории энергоисточников по мощностному ряду, виду топлива, электрических сетей — по классу напряжения. Подробное описание структуры информационной системы и ее фрагменты по районам представлены в [3].

Котельные в районах Иркутской области и Республики Бурятия учитывались по населенным пунктам согласно проекту «Схемы территориального планирования центральной экологической зоны Байкальской природной территории» (табл. 1).

Следует отметить, что отсутствует характеристика теплоисточников круглогодичных туристических баз, а также мелких котельных, которые отапливают одно здание и не имеют тепловых сетей. Таких источников достаточно много: на территории Иркутской области это, в основном, электрокотельные, в Республике Бурятия — топливные котельные, в которых используется уголь и, в редких случаях, сухой углеводородный газ.

В целом по рассматриваемым районам в границах ЦЭЗ функционирует 85 котельных суммарной установленной мощностью 417,7 Гкал/ч, из них 65 (390,9 Гкал/ч) в качестве топлива используют уголь.

Таблица 1
Сводные данные по котельным
центральной экологической зоны Байкальской природной
территории по состоянию на 2014 г.

Субъект РФ, район, город	Энергоресурс	Установленная мощность, Гкал/ч
Иркутская область		128,9
	Уголь	102,1
	Мазут	6,8
	Дрова	2,0
Ольхонский	Электроэнергия	18,0
		15,3
	Уголь	8,2
Иркутский	Дрова	2,0
	Электроэнергия	5,1
		20,6
Слюдянский	Уголь	2,4
	Мазут	6,8
	Электроэнергия	11,4
Слюдянский		93,0
	Уголь	91,5
Республика Бурятия	Электроэнергия	1,5
		288,8
Кабанский	Уголь	39,1
Баргузинский	»	8,3
Северо-Байкальский	»	37,0
Северобайкальский	»	204,4
Итого по ЦЭЗ БПТ		417,7
	Уголь	390,9
	Мазут	6,8
	Дрова	2,0
	Электроэнергия	18,0

Мощность котельных в границах ЦЭЗ в Республике Бурятия составляет 288,8 Гкал/ч (или 69 %), в Иркутской области — 128,9 Гкал/ч. На нужды теплоснабжения в Иркутской области используются практически все виды энергоресурсов: уголь, мазут, дрова, электроэнергия, в Республике Бурятия — в подавляющем большинстве уголь.

В Ольхонском районе в границах ЦЭЗ в зоне автономного электроснабжения от ДЭС находится с. Онгурен, деревни Кочерикова и Зама, пос. Узуры, з. Усык, а также некоторые туристические базы и метеостанции на побережье оз. Байкал.

В районе эксплуатируется 15 котельных, в основном мелкие, мощность которых составляет от 0,2 до 1 Гкал/ч. Самая крупная котельная функционирует в пос. Еланцы — 3,5 Гкал/ч. Из общего числа котельных семь — электрокотельные, четыре — на угле, четыре — на дровах [4]. Уголь доставляется автомобильным транспортом, дрова заготавливаются на местах.

Наиболее крупный энергоисточник на возобновляемых энергоресурсах представляет собой энергокомплекс в с. Онгурен, введенный в эксплуатацию в 2012 г. Суммарная установленная мощность энергокомплекса составляет 196 кВт, в том числе 100 кВт — ДЭС, 81 кВт — фотоэлектрические модули и 15 кВт — ветроустановки. Около 40 % электроэнергии, потребляемой в с. Онгурен, вырабатывается возобновляемыми энергоисточниками, что позволяет экономить более 40 т дизельного топлива ежегодно [5]. В июле 2016 г. возобновляемый энергокомплекс вышел из строя в результате попадания молнии.

В Иркутском районе в границах ЦЭЗ в зону автономного электроснабжения попадают только некоторые туристические базы, например, «Бухта Песчаная», «Байкальские Дюны», кордон на мысе Кадильном и пр.

В районе эксплуатируются пять котельных мощностью от 2 до 8 Гкал/ч, из них две электрокотельные, две — на угле, одна — на мазуте в пгт Листвянка. Самая мелкая котельная (0,5 Гкал/ч) расположена в пос. Большая Речка [6]. Топливные котельные работают только в холодный период года. Электрокотельные действуют круглогодично, обеспечивая нужды горячего водоснабжения потребителей в летний период.

Возобновляемые источники энергии применяются для отопления здания Байкальского музея в пгт Листвянка, где запущены в эксплуатацию тепловые насосы. Их использование оказалось более эффективным и экологически чистым вариантом теплоснабжения музея, позволившим снизить расходы на коммунальные услуги. Кроме того, для электроснабжения удаленных туристических баз на побережье оз. Байкал используются фотоэлектрические модули.

В Слюдянском районе в границах ЦЭЗ автономно от ДЭС электроэнергией обеспечивается часть пунктов Кругобайкальской железной дороги. Электроснабжение пгт Байкал осуществляется по воздушному переходу через р. Ангару от подстанции Никола. Основные энергообъекты сконцентрированы в южной части района.

В районе эксплуатируется 25 котельных, из них 19 — на угле. Мощностной ряд котельных на угле достаточно широк: от 0,1 Гкал/ч в небольших населенных пунктах до 43 Гкал/ч в г. Слюдянка. Единичная мощность электрокотельных не превышает 0,7 Гкал/ч [7]. На котельных района используется каменный и бурый уголь различных марок, который доставляется железнодорожным транспортом.

Теплоснабжение г. Байкальска в настоящее время организовано от Байкальской ТЭЦ. Однако этот источник, в первую очередь, был предназначен для обеспечения технологическим теплом производственных мощностей Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, в связи с чем мощность ТЭЦ не оптимальна для теплоснабжения г. Байкальска, особенно в летнем режиме. Современная тепловая нагрузка города более чем в 12 раз ниже проектной мощности ТЭЦ.

Потребители Кабанского района Республики Бурятия в границах ЦЭЗ обеспечиваются тепловой энергией от 20 котельных в основном небольшой мощности (от 0,5 до 3,4 Гкал/ч), которые отапливают социальные объекты и жилой фонд. Самая крупная котельная — центральная в г. Бабушкин мощностью 5,5 Гкал/ч. Основное топливо — черемховский и тугнуйский уголь [8].

В Прибайкальском районе котельные муниципальной принадлежности отсутствуют, а частные предприниматели, в ведении которых находятся мелкие котельные, отчетность в статистические организации не предоставляют. В связи с чем данные о количестве, мощности, состоянии котельных и расходе топлива не учтены. На территории курорта «Горячинск» эксплуатируется котельная на угле; небольшая котельная на газе обеспечивает теплоснабжение досугового центра пос. Турка.

Наиболее крупные возобновляемые источники энергии функционируют на территории производственно-технической базы особой экономической зоны «Байкальская гавань» в пос. Турка. Для обеспечения горячего водоснабжения установлены солнечные коллекторы общей площадью 231 м². Для наружного освещения используются четыре ветроустановки с вертикальной осью вращения (по 3 кВт каждая), для отопления очистных сооружений в межсезонье — шесть теплонасосных установок (по 13,4 кВт), работающих на наружном воздухе.

В Баргузинском районе в зоне автономного электроснабжения находятся населенные пункты, расположенные в Чивыркуйском заливе.

Теплоснабжение в населенных пунктах района в границах ЦЭЗ осуществляется от шести котельных. Они все мелкие, диапазон мощности с учетом резервных котлов составляет от 0,5 до 2,1 Гкал/ч [9]. В качестве топлива на котельных в основном сжигается тугнуйский и черемховский уголь, который доставляется железнодорожным и автомобильным транспортом.

Кроме того, в пгт Усть-Баргузин в качестве топлива частично используются древесные брикеты, производящиеся на частном предприятии. В 2015 г. древесные брикеты на котельных сжигали вместе с дровами или углем для улучшения процесса горения. В 2016 г. планируется перевод всех котельных Баргузинского района в границах ЦЭЗ на экологически чистое топливо — древесные брикеты и дрова.

Электроснабжение потребителей Северо-Байкальского района осуществляется централизованно по линиям электропередачи вдоль трассы БАМ. Только на некоторых удаленных туристических базах, расположенных преимущественно на побережье оз. Байкал, электроснабжение автономное от дизельных электростанций (базы отдыха «Хакусы», «Котельниковский» и др.).

Теплоснабжение населенных пунктов района в границах ЦЭЗ осуществляется девятью котельными, использующими в качестве топлива переяславский уголь, поставляемый по железной дороге. Почти половина мощности котельных функционирует в пгт Нижнеангарске, самая крупная котельная мощностью 14,7 Гкал/ч расположена в пгт Кичера [10].

В Северо-Байкальском районе также имеется опыт эксплуатации возобновляемых источников энергии: действуют несколько объектов, использующих солнечную энергию для нагрева воды на нужды горячего водоснабжения на базах отдыха, а также на очистных сооружениях центральной котельной г. Северобайкальска.

На территории района расположены многочисленные горячие источники (Хакусы, Гоуджекит, Дзелинда и др.), где есть возможность использования геотермального тепла на собственные нужды, в том числе и для теплоснабжения. В настоящее время геотермальное тепло для этих целей используется на базе отдыха «Дзелинда».

В г. Северобайкальске, согласно статистическим данным [11], функционируют относительно крупные котельные, четыре из которых мощностью 6–13 Гкал/ч и одна — 164 Гкал/ч.

Основная проблема, связанная, в том числе и с обеспечением населения тепловой энергией, заключается в том, что исторически город «поделен» на новый и старый. Новый имеет достаточно компактную застройку, централизованное отопление и водоснабжение от центральной котельной. Старый город — это временное жилье для строителей БАМа, которое подключено к котельным, обеспечивающим дома теплом только в холодный период года. Котельные сильно изношены, тепловые сети ветхие, потери в них значительны, в том числе и за счет использования населением воды из отопительной системы. При этом тариф на тепловую энергию для населения старого города фактически в 2,5 раза выше, чем для жителей нового.

Таблица 2

**Расход топлива и электроэнергии котельными
центральной экологической зоны Байкальской природной
территории по состоянию на 2014 г.**

Субъект РФ, район, город	Энергоресурс	Расход
Иркутская область	Уголь, тыс. т	86,7
	Мазут, тыс. т	1,1
	Дрова, тыс. м ³	1,7
	Электроэнергия, млн кВт·ч	20,2
Ольхонский	Уголь, тыс. т	5,5
	Дрова, тыс. м ³	1,7
	Электроэнергия, млн кВт·ч	3,1
Иркутский	Уголь, тыс. т	2,2
	Мазут, тыс. т	1,1
	Электроэнергия, млн кВт·ч	15,6
Слюдянский	Уголь, тыс. т	79,0
	Электроэнергия, млн кВт·ч	1,5
	Республика Бурятия	Уголь, тыс. т
»		14,0
»		2,5
»		28,7
»		163,2
Итого по ЦЭЗ БПТ		Уголь, тыс. т
	Мазут, тыс. т	1,1
	Дрова, тыс. м ³	1,7
	Электроэнергия, млн кВт·ч	20,2

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ**ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ**

Суммарно на цели теплоснабжения в котельных ЦЭЗ расходуется почти 300 тыс. т угля, из них более 200 тыс. т — на территории Республики Бурятия (табл. 2). Среди районов Иркутской области наибольшее количество угля используется в Слюдянском районе — 91 % от суммарного потребления в ЦЭЗ в пределах области, электроэнергии — в Иркутском районе (77 % от общего потребления). Небольшие котельные на дровах и мазуте функционируют в Ольхонском и Иркутском районах.

В Республике Бурятия максимальное количество угля потребляется в г. Северобайкальске — 78 % от суммарного потребления в населенных пунктах ЦЭЗ в пределах республики.

Следует отметить, что авторами не оценены потребности в топливе и, соответственно, выбросы загрязняющих веществ индивидуального сектора, активно сжигающего для отопления не только дрова, но и уголь.

В соответствии с существующим методом определения выбросов в атмосферу [12] оценено количество загрязняющих веществ, поступающих от котельных ЦЭЗ, в зависи-

мости от их мощностного ряда и сжигаемого топлива: твердых частиц, оксидов серы и азота. Суммарный расчетный выброс рассматриваемых теплоисточников, с учетом данных о сожженном в 2014 г. топливе, составил более 24 тыс. т, из которых 82 % — твердые вещества, 16 % — оксиды серы и 2 % — оксиды азота (табл. 3).

Среди исследуемых районов Иркутской области в 2014 г. наибольший объем выбросов приходится на Слюдянский (около 90 %), в том числе с учетом выбросов Байкальской ТЭЦ, где основные примеси также представляют собой твердые вещества. По данным [13], выброс загрязняющих веществ в атмосферу от Байкальской ТЭЦ в 2014 г. составил 0,87 тыс. т, в том числе твердых веществ — 0,36 тыс. т, оксидов серы — 0,34, оксидов азота — 0,17 тыс. т.

Таблица 3

**Оценка количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов теплоэнергетики ЦЭЗ БПТ
по состоянию на 2014 г.**

Субъект РФ, район, город	Ингредиентный состав выбросов, тыс. т			
	твердые вещества	оксиды серы	оксиды азота	всего
Иркутская область	7,77	1,46	0,23	9,46
Ольхонский	0,65	0,07	0,001	0,72
Иркутский	0,45	0,08	0,001	0,53
Слюдянский*	6,67	1,31	0,228	8,21
Республика Бурятия	12,04	2,65	0,18	14,88
Кабанский	2,87	0,53	0,005	3,41
Баргузинский	0,44	0,02	0,001	0,46
Северо-Байкальский	5,88	1,09	0,035	7,01
Северобайкальск	2,85	1,01	0,141	4,00
Итого по ЦЭЗ БПТ	19,81	4,11	0,41	24,34

* Включая выбросы Байкальской ТЭЦ.

В Республике Бурятия наибольшее количество выбросов поступает от теплоисточников Северо-Байкальского района (48 %).

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Для снижения антропогенной нагрузки на природную среду ЦЭЗ необходимо проводить модернизацию котельных, внедрять природоохранные технологии, осуществлять замену топлива на экологически чистые виды, в том числе природный газ.

Наиболее привлекательный сценарий газификации котельных в центральной экологической зоне представляет собой использование сетевого природного газа. В этом случае расчетная стоимость газа для потребителей в 2–4 раза ниже по сравнению со схемой автономной газификации на основе сжиженного углеводородного или природного газа [14].

Экономически целесообразен вариант газификации в случае прохождения магистрального газопровода по южному маршруту вдоль побережья оз. Байкал, что может быть реализовано при строительстве второй очереди газотранспортной системы «Сила Сибири» в субъектах РФ на территории Байкальского региона, а не вдоль трассы нефтепроводной системы «Восточная Сибирь–Тихий океан».

Если рассматривать газификацию Байкальского региона сетевым газом как самостоятельный региональный проект, то для транспортировки требуемых объемов газа необходимо строительство локальной системы трубопроводов значительно меньшего диаметра. Однако с уменьшением диаметра трубопровода произойдет увеличение транспортной составляющей стоимости газа.

Учитывая незагруженность электросетевого хозяйства и режим особого природопользования территории, целесообразно применять электроэнергию для теплоснабжения, предусмотрев специальный льготный тариф для котельных в районах Республики Бурятия.

Для производства электроэнергии в районах ЦЭЗ, удаленных от систем электроснабжения и транспорта, альтернативой может стать использование возобновляемых источников энергии: фото- и ветроэлектрических станций [2]. Для теплоснабжения также целесообразно применять возобновляемые источники: геотермальные установки, тепловые насосы, солнечные коллекторы, а также местные виды топлива, в частности отходы лесопиления и деревообработки в виде пеллет и брикетов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные данные по результатам обследований существующего состояния энергетической инфраструктуры ЦЭЗ показывают, что электроснабжение в зоне в основном централизованное, и лишь небольшое количество наиболее удаленных и труднодоступных в транспортном отношении потребителей в качестве источников электроэнергии использует дизельные электростанции.

Основная проблема — это наличие большого количества котельных на угле, особенно небольшой мощности, поскольку на них отсутствует очистка уходящих газов, и при небольшой высоте дымовых труб практически все загрязняющие вещества попадают в приземный слой атмосферы.

Проведенная оценка количества и ингредиентного состава выбросов от объектов энергетики ЦЭЗ показала, что первоочередное направление снижения антропогенного воздействия на атмосферу зоны представляет собой переход на экологически чистые технологии с целью снижения выбросов твердых веществ.

Среди основных природоохранных мероприятий необходимы следующие: модернизация котельных с применением современного оборудования; внедрение технологий очистки уходящих газов; переход на природный газ и местные виды топлива; использование электроэнергии для теплоснабжения; применение возобновляемых источников энергии.

Учитывая особый статус территории, нужна разработка Программы развития эффективного и экологически чистого энергоснабжения ЦЭЗ БПТ в рамках Федеральной целевой программы «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы». При ее разработке необходимо оценить экономическую целесообразность использования инновационного природоохранного оборудования, современных технологий сжигания угля на котельных, определить, при каких условиях оправдано использование электроэнергии на цели теплоснабжения, выявить места приоритетного размещения возобновляемых источников энергии, разработать механизмы реализации различных мероприятий. Следует оценить и роль в загрязнении природной среды ЦЭЗ дальнего переноса выбросов от сжигания угля тепловых электростанций, расположенных в зоне атмосферного влияния, особенно в Иркутско-Черемховском промышленном районе Иркутской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный закон** от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. — base.garant.ru/ 2157025/ (дата обращения 15.03.2014).
2. **Санеев Б. Г., Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф., Халгаева Н. А.** Возобновляемая энергетика как одно из направлений снижения антропогенной нагрузки в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // География и природ. ресурсы. — 2016. — № 3. — С. 86–90.
3. **Иванова И. Ю., Иванов Р. А.** Использование геовизуализации при анализе размещения объектов энергетической инфраструктуры центральной экологической зоны Байкальской природной территории // Информ. и мат. технологии в науке и управлении. — 2016. — № 4. — С. 86–90.
4. **Паспорт** жилищно-коммунального хозяйства Ольхонского района по состоянию на 01.01.2015 г. — Иркутск: ОГУ «Аналитическая оперативно-диспетчерская служба жилищно-коммунального хозяйства Иркутской области», 2015.
5. **Сайт** ОГУЭП «Облкоммунэнерго», г. Иркутск [Электронный ресурс]. — <http://212.119.253.206/> (дата обращения 15.03.2014).
6. **Паспорт** жилищно-коммунального хозяйства Иркутского района по состоянию на 01.01.2015 г. — Иркутск: ОГУ «Аналитическая оперативно-диспетчерская служба жилищно-коммунального хозяйства Иркутской области», 2015.
7. **Паспорт** жилищно-коммунального хозяйства Слюдянского района по состоянию на 01.01.2015 г. — Иркутск: ОГУ «Аналитическая оперативно-диспетчерская служба жилищно-коммунального хозяйства Иркутской области», 2015.
8. **Материалы** отдела по развитию инфраструктуры Комитета ЖКХ и строительства Администрации МО «Кабанский район». — Улан-Удэ: М-во строительства и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Бурятия, 2015.
9. **Материалы** комитета имущественных отношений Администрации МО «Баргузинский район». — Улан-Удэ: М-во строительства и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Бурятия, 2015.
10. **Материалы** комитета по управлению муниципальным хозяйством Администрации МО «Северобайкальский район». — Улан-Удэ: М-во строительства и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Бурятия, 2015.
11. **Использование** топлива, теплоэнергии, электроэнергии организациями Республики Бурятия за 2014 год: Стат. бюл. — Улан-Удэ: Бурятстат, 2015. — 29 с.
12. **Методика** определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час. — М.: Гос. комитет по охране окружающей среды Российской Федерации, 1999. — 53 с.
13. **Государственный доклад** «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2014 году». — Иркутск: Сиб. фил. ФГУНПП «Росгеолфонд», 2015. — 436 с.
14. **Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф., Ижбулдин А. К.** Сравнительная эффективность использования природного газа для теплоснабжения потребителей Байкальской природной территории // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: Сб. трудов Восьмой междунар. науч.-техн. конф. — Благовещенск: Изд-во ЧП «Сажинов А. А.», 2015. — С. 330–334.

Поступила в редакцию 22 августа 2016 г.