

ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 911.3; 620.9:502.7

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-3(72-80)

Т.И. ЗАБОРЦЕВА* **, * , Е.П. МАЙСЮК** , **** , Е.Л. МАКАРЕНКО***

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, zabti@irigs.irk.ru, elmakarenko@bk.ru
**Иркутский научный центр СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, zabti@irigs.irk.ru, maysyuk@isem.irk.ru
***Иркутский государственный университет,
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Россия, zabti@irigs.irk.ru
****Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130, Россия, maysyuk@isem.irk.ru

**МОНИТОРИНГ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Приведены расчетные количественные оценки образования твердых коммунальных отходов, золошлаковых отходов от объектов теплоэнергетики (котельных), лесозаготовительной и лесоперерабатывающей деятельности в центральной экологической зоне Байкальской природной территории. В качестве базовых использованы метод материально-сырьевого баланса и нормативный метод с применением для расчета потенциальных объемов образования отходов (тематические отраслевые справочники) и принятых для конкретных субъектов страны удельных показателей. Авторы являются исполнителями нескольких тематических поисково-исследовательских проектов федерального и регионального статуса, направленных на эколого-социально-экономическое развитие центральной экологической зоны Байкальской природной территории (семь административных районов и один городской округ Иркутской области и Республики Бурятия), что позволило на протяжении последних двух десятилетий характеризовать, оценивать, прогнозировать развитие различных хозяйственных процессов в окружающей среде и обществе данной территории, в том числе обращение с отходами производства и потребления. Предложены варианты комплексного решения задач по обращению с отходами: как альтернативных источников энерго- и теплоснабжения в центральной экологической зоне (отходы лесозаготовки и лесопереработки, потребительские отходы), так и применения в строительном секторе, в частности, в дорожном строительстве (золошлаковые отходы). Результаты работы могут служить обоснованием конкретных управленческих решений по продвижению идеологии «зеленой экономики» через развитие отдельных указанных видов повторного использования продуцируемых отходов в целях обеспечения безопасности объекта мирового наследия оз. Байкал и сбалансированного развития социума на его побережье.

Ключевые слова: прибайкальские районы, территориальная дифференциация, твердые коммунальные отходы, золошлаковые отходы, отходы лесозаготовки и лесопереработки, «зеленая» экономика.

T.I. ZABORTSEVA* **, * , E.P. MAYSYUK** , **** , E.L. MAKARENKO***

*V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, zabti@irigs.irk.ru, elmakarenko@bk.ru
**Irkutsk Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 134, Russia, zabti@irigs.irk.ru, maysyuk@isem.irk.ru
***Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, ul. Karla Marksa, 1, Russia, zabti@irigs.irk.ru
****Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 130, Russia, maysyuk@isem.irk.ru

**MONITORING OF WASTE MANAGEMENT IN THE CENTRAL ECOLOGICAL ZONE
OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY**

Quantitative assessments are made of the formation of municipal solid waste, ash and furnace waste from heat power plants (boilers), and logging and timber processing activities in the central ecological zone of the Baikal natural territory. The mate-

rial and raw material balance method and the normative method were used as the basis, and calculations used potential volumes of waste produced (thematic industrial reference books) and specific indicators adopted for particular federal subjects of Russia. These authors are executors of several thematic research projects of federal and regional status, aimed at the environmental and socio-economic development of the central ecological zone of the Baikal natural territory (seven administrative districts and one urban district of Irkutsk oblast and of the Republic of Buryatia), which has allowed us, over the last two decades, to characterize, evaluate and predict the development of various economic processes in the environment and society of this territory, including issues related to production and consumption waste management. Variants of a comprehensive solution to the problems of waste management are proposed: alternative sources of energy and heat supply in the central ecological zone (logging and timber processing waste and consumer waste) as well as applications in the construction sector and, in particular, in road construction (ash and slag). The findings of this research can serve as the substantiation of particular managerial decisions on the promotion of the ideology of the green economy by developing further the aforementioned individual types of reuse of waste produced in order to safeguard the World Heritage site, Lake Baikal, and sustainable development of society on its shores.

Keywords: Baikal regions, territorial differentiation, municipal solid waste, ash and slag, logging and timber processing waste, green economy.

ВВЕДЕНИЕ

В состав Центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) административно включены прибрежные территории трех муниципальных районов Иркутской области (Иркутский, Ольхонский, Слюдянский) и четырех Республики Бурятия (Баргузинский, Кабанский, Прибайкальский, Северо-Байкальский), а также одного городского округа (г. Северобайкальск) общей площадью почти 90 тыс. км², где проживает около 125 тыс. чел. (2019 г.). Основная функция ЦЭЗ БПТ — сохранение уникальной экологической системы оз. Байкал и предотвращение негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на ее состояние. Однако жесткий запретительный характер действующих правоустанавливающих документов [1, 2], регламентирующих хозяйственную деятельность в ЦЭЗ БПТ, но без реальных компенсационных механизмов на региональном и муниципальном уровнях, не позволяет достичь желаемого экологического и социально-экономического результата. Продекларированные федеральные и региональные концептуально-программные документы, не подкрепленные программно-нормативным и финансовым сопровождением на муниципальном районном уровне, практически законсервировали жизненно необходимую для населения инфраструктуру (коммунальную, транспортную, средозащитную и пр.). Для территории ЦЭЗ первоочередны вопросы по обращению с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами (ТКО), отходами теплоэнергетики, лесохозяйственной деятельности. Решение этих проблем видится в продвижении общепринятой идеологии «зеленой» (природоохранной) экономики на исследуемой территории. «Зеленая» экономика направлена на сохранение сбалансированного развития общества за счет эффективного использования природных ресурсов, в том числе и возвращения продуктов конечного потребления и пользования в производственный цикл. К тому же одно из десяти рекомендуемых важнейших направлений на видимую перспективу Программы ООН по окружающей среде для современных инвестиций — совершенствование системы обращения с отходами.

МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА ОТХОДОВ

При характеристике расчета объемов образования и накопления ТКО на территории ЦЭЗ БПТ для постоянного населения применен нормативный метод расчета (образование ТКО, м³/чел. в год). Результаты в целом согласуются с объемами, приведенными в разработанных региональных Схемах по организации удаления ТКО [3, 4]. Для неоднородного туристского контингента ЦЭЗ использовали данные экспедиционных исследований (2016–2018 гг.) по анализу турпотока на территории и дифференцированные удельные расчетные показатели с учетом количества человекодней для каждой категории рекреантов: в высокий сезон загрузки в коллективных средствах размещения (КСР) организованных туристов, а также неорганизованных туристов (палаточный отдых). Средняя продолжительность пребывания для первых составляет 3,9 дня, для вторых — 2,5 дня [6]. Среднесуточное количество образующихся отходов для организованных туристов рассчитано по нормативу гостиниц, для неорганизованных — по нормативу от частных домовладений [5]. Таким образом, расчетным путем определен объем потребительских отходов (приравняваемых к ТКО) от рекреантов в ЦЭЗ БПТ с применением утвержденных норм накопления в Иркутской области и Республике Бурятия и результатов количественного анализа временного поведения разных категорий отдыхающих [3–5].

Нормативный метод расчета образования и размещения золошлаковых отходов (ЗШО) основывается на учете содержания загрязняющих веществ в золошлаках и предельно допустимых концентраций (ПДК) этих веществ [7]. При определении количества образования ЗШО могут применяться следующие методы [8]: метод расчета по материально-сырьевому балансу; метод расчета по удельным показателям образования отходов; расчетно-аналитический метод, используемый при наличии конструкторско-технологической документации на производство продукции, при котором образуются отходы.

Количество ЗШО на основе материально-сырьевого баланса складывается из массы шлака, образующегося от сжигания твердого топлива, и летучей золы, уловленной из уходящих газов. При этом выход шлака зависит от расхода топлива, его зольности и содержания в шлаке несгоревших углеродных частиц. Количество уловленной золы зависит от объема выброса твердых частиц в атмосферу и, в частности, от содержания компонентов в дымовых газах, а также от степени золоулавливания очистного оборудования.

Метод расчета по удельным показателям образования отходов предполагает использование отчетной информации предприятия с расчетом средних значений за определенный (базовый) период времени за счет выделения экспертным путем нормообразующих факторов. Наряду с удельными значениями, соотношение количества золы и шлака определяется способом сжигания топлива и конструкцией топочного устройства в соответствии с рекомендациями [9].

Расчетно-аналитический метод определения количества ЗШО осуществляется на основе документации на производство продукции в соответствии с установленными нормами расхода сырья (материалов). Норматив образования отходов рассчитывается как разность между нормой расхода сырья (материалов) на единицу продукции и чистым (полезным) их расходом с учетом неизбежных безвозвратных потерь сырья [8]. В общем случае при расчете массы образующихся золошлаков в качестве исходной величины принимается количество отходов, предусмотренное проектной документацией для конкретного предприятия. При расчете количества ЗШО, образующихся при сжигании твердого топлива, определяется количество золы и шлака от каждого работающего котла и с каждого золоуловителя.

По результатам анализа существующих методов количественной оценки образования ЗШО объектами энергетики в качестве основного для расчетов выбран метод материально-сырьевого баланса.

Количественная оценка отходов лесозаготовки и деревообработки связана с расчетом экономических затрат на размещение, утилизацию или внедрение производственных мощностей для переработки вторичных древесных ресурсов с целью получения новых видов продукции. Количество отходов может определяться при использовании методов: материально-сырьевого баланса, удельных отраслевых нормативов образования отходов и расчетно-аналитического [10]. Метод материально-сырьевого баланса предполагает определение количества отходов как общей массы. При этом выход зависит от используемых техники и технологий на лесосечных работах или при обработке древесины, качественных характеристик древостоев, исходного сырья (например, пиловочника), лесорастительных особенностей территории [11, 12]. Метод расчета по удельным нормативным показателям образования отходов основан на определении количества или доли отходов, образующихся на единицу продукции или перерабатываемого древесного сырья, рассчитанных по отчетным данным предприятия за определенный период. Среднеотраслевые значения показателей представлены в справочных таблицах [13]. Расчетно-аналитический метод применяется с привлечением базы документации на производство продукции в соответствии с установленными нормами расхода древесного сырья. В частности, один из вариантов этого метода предполагает, что объемы отходов могут определяться как произведение объема используемого сырья и норматива образования отхода. Во всех методах применяется нормативный подход, предполагающий расчет количества отходов на единицу используемого ресурса или полученной продукции.

Поскольку единой утвержденной современной методики по оценке количества отходов лесозаготовки и деревообработки не разработано, применяется действующая методика периода плановой экономики [14, 15].

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ОТХОДОВ В ЦЭЗ БПТ

Оценка количества ТКО. Для расчета потенциала ТКО использованы опубликованные данные удельных объемов их накопления для населения [3–5, 16] (при показателе средней удельной плотности 0,2 кг/м³). Уточним, что для благоустроенного и неблагоустроенного жилья в Республике Бурятия определены ежегодные показатели на 1 человека в 0,228 и 0,294 кг соответственно (при отсутствии по-

Таблица 1

Расчетные объемы образования ТКО в ЦЭЗ БПТ (среднегодовые показатели за 2018 г.)

Муниципальный район	Суммарный объем ТКО, тыс. т/год	Численность населения, тыс. чел.	Годовой турпоток, тыс. чел/год	Объемы ТКО, тыс. т/год	
				население, социальная инфраструктура	рекреационная деятельность
Республика Бурятия	19,5	68,9	213,1	18,1	1,41
Баргузинский	2,5	8,3	48,8	2,2	0,34
Кабанский	7,5	25,7	105,2	6,8	0,66
Прибайкальский	1,4	4,5	60,2	1,2	0,16
Северобайкальский	8,2	30,4	28,9	7,9	0,25
Иркутская область	16,5	55,5	591,6	14,4	2,12
Иркутский	2,4	7,0	126,3	2,1	0,34
Ольхонский	3,7	9,7	245,1	2,6	1,13
Слюдянский	10,4	38,8	220,2	9,7	0,65
Всего	36,0	124,4	804,7	32,5	3,53

казателей благоустройства в разрезе муниципальных образований использован средний — 0,241 кг/чел. в год), для Иркутской области — 0,202 кг [16]. Поток от объектов социальной инфраструктуры для каждого района принят как 10 % от расчетного суммарного объема ТКО, согласно действующим рекомендациям [17]. Расчетным путем на основании количества человекоднев пребывания организованных туристов в высокий сезон загрузки в КРС и самостоятельных (неорганизованных, свободно путешествующих) определен объем потребительских отходов от рекреационной деятельности с применением утвержденных и указанных современных норм накопления в ЦЭЗ БПТ, соответственно, в Республике и области (табл. 1).

Однодневные экскурсионные потоки в данных расчетах не учтены. При этом среднесуточный объем образования отходов для организованных туристов принят и рассчитан по нормативу гостиниц (0,005 м³/сут), а для неорганизованных — по нормативу от частных домовладений (0,006 м³/сут) с учетом высокой доли автотуристов.

Наибольшее количество ТКО от рекреационной деятельности республиканской части ЦЭЗ находится в Кабанском районе и составляет почти половину расчетного объема (соответственно суммарному количеству отдыхающих); на второй позиции — Баргузинский район, где расположены Баргузинский и Чивыркуйский заливы (25 % ТКО указанного сектора). В Республике Бурятия поток ТКО от населения, социальной инфраструктуры и рекреационной деятельности составляет почти 20 тыс. т, или 53,4 % от суммарного количества (без учета ТКО, образующихся в организациях производственного и иного назначения и требующих дополнительных исследований). Самый большой объем образования ТКО в иркутской части ЦЭЗ — в Слюдянском районе (почти 2/5 общего объема ТКО), что коррелируется с численностью постоянного населения и современным турпоток. А по удельному весу ТКО, полученных в результате рекреационной деятельности, лидирует Ольхонский район (почти треть от районного объема ТКО), который занимает вторую позицию по количеству продуцируемых отходов в прибайкальской части ЦЭЗ БПТ.

Удельные соотношения ТКО в разрезе административных районов ЦЭЗ БПТ (от населения и социальной сферы, от рекреационной деятельности) представлены на рис. 1, вклад ТКО от рекреационной деятельности в разрезе административных территорий — на рис. 2.

В перспективе следует предусмотреть сбор и использование газа свалочных тел в ЦЭЗ: во-первых, для последующего обустройства и обеспечения электроэнергией планируемых объектов СЗИ, поскольку годовые объемы складирования ТКО (от местного населения и рекреационной деятельности) весьма значительны; во-вторых, как превентивная мера интоксикации воздушного бассейна.

Отсутствие системного подхода, или территориальной структуры управления отходами, остается одной из главных причин детериорации окружающей среды продуцируемыми отходами. Региональный оператор, пришедший на смену структурам ЖКХ, по сути, пока транспортирует ТКО, поступающие от жителей, а также предприятий и организаций на следующем этапе: контейнерная площадка — полигон или оборудованная свалка, называемая «объект размещения отходов» (ОРО). Заготовка утилизируемых отходов или вторичных материальных ресурсов, как правило, только планируется, а субсидии на сооружение новых объектов СЗИ ни один из названных операторов пока не получает.

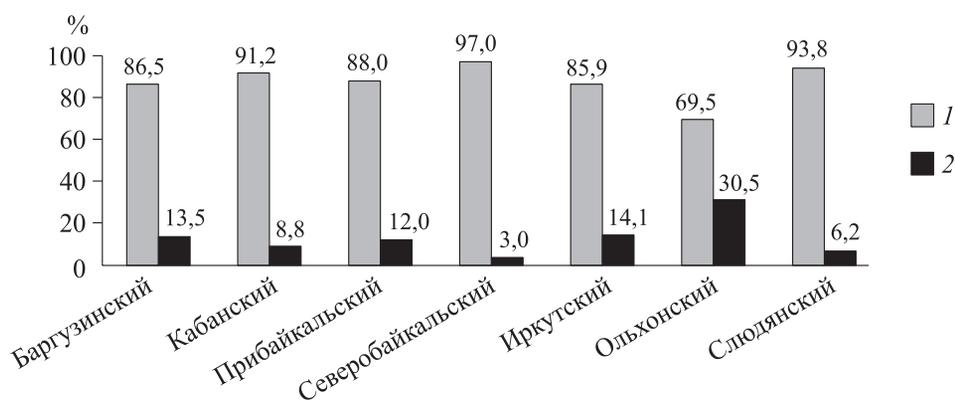


Рис. 1. Удельные показатели структуры ТКО в разрезе административных районов ЦЭЗ БПТ.

1 — население, социальная инфраструктура; 2 — рекреационная деятельность.

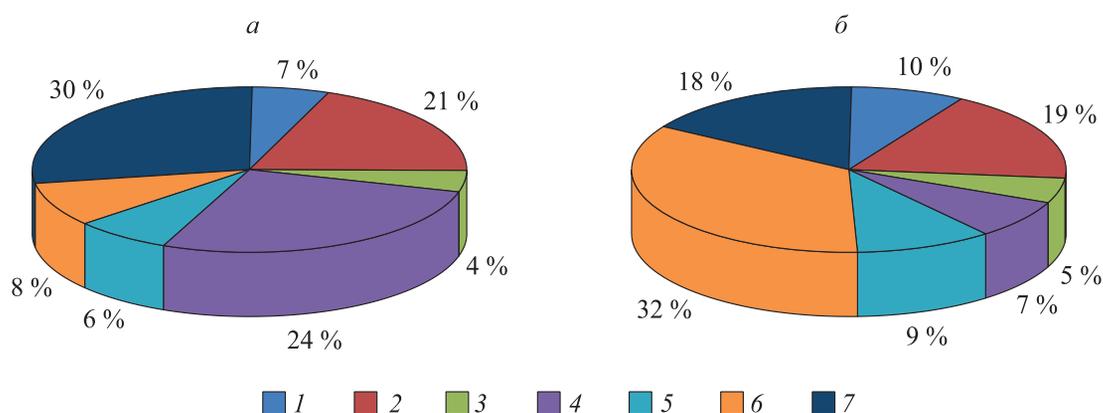


Рис. 2. Удельные показатели вклада ТКО в ЦЭЗ БПТ от населения и социальной инфраструктуры (а) и рекреационной деятельности (б) (в разрезе административных районов).

Административные районы: 1 — Баргузинский, 2 — Кабанский, 3 — Прибайкальский, 4 — Северобайкальский, 5 — Иркутский, 6 — Ольхонский, 7 — Слюдянский.

Оценка количества ЗШО от котельных. Расчет объема образования ЗШО проводился на основе рекомендаций [9, 18]. Для крупных котельных также учитывается и объем уловленных твердых (золотых) частиц в специальных улавливающих устройствах, которые после циклонов и золоуловителей перемещаются в золоотвалы. Расчетное количество ЗШО при сжигании органического топлива в коммунальных котельных ЦЭЗ ежегодно оценивается в 79–80 тыс. т, в том числе в Иркутской области — 47–48 тыс. т, в Республике Бурятия — 32 тыс. т.

В разрезе районов ЦЭЗ наибольший объем ЗШО приходится на Слюдянский район (58 % от суммарного количества ЗШО) (табл. 2), среди них лидируют г. Байкальск (25,1 тыс. т/год) и г. Слюдянка (19,2 тыс. т/год), а также МО г. Северобайкальск (28 %, или 22 тыс. т/год). Именно в этих населенных пунктах расположены наиболее крупные энергопредприятия: ТЭЦ г. Байкальск (работает в режиме котельной), Центральная котельная г. Северобайкальск (объем ЗШО — 19,7 тыс. т/год), Центральная котельная г. Слюдянка (количество ЗШО оценивается в 10,7 тыс. т/год).

Таким образом, сжигание органического топлива, преимущественно угля, связано с образованием в больших количествах ЗШО, и в 2016 г. расчетный объем ЗШО составил почти 80 тыс. т. В городах, где функционируют крупные энергообъекты, остро встает вопрос с размещением ЗШО в связи с заполненностью существующих карт золоотвалов.

Оценка количества отходов лесозаготовки и лесопиления. В иркутской части ЦЭЗ заготовка древесины и лесопиление осуществляются преимущественно в Голоустненском и Большереченском МО Иркутского района. Лесопользователями являются четыре предприятия: Ангарский филиал ОГАУ «Южное лесопожарное объединение» (поселки Малое Голоустное и Большая Речка), ФГБУ «Объеди-

ненная дирекция государственного природного заповедника «Байкало-Ленский» и «Прибайкальский национальный парк» (пос. Большая Речка), ЗАО «Большереченское» (пос. Большая Речка).

В Республике Бурятия в ЦЭЗ лесозаготовительной и деревообрабатывающей деятельностью занимаются 86 предприятий (на 01.01.2016), большая часть которых (главным образом лесхозы — «Усть-Баргузинский», «Кикинский», «Байкальский», «Северный») ориентирована преимущественно на лесозаготовку. Самые крупные арендаторы лесных участков (с объемами заготовки более 10 тыс. м³ древесины) — восемь предприятий, в том числе самое крупное в Республике Бурятия — ЗАО «Байкальская лесная компания». Лесопильные предприятия, как правило, малые — с объемом производства пиломатериалов до 5 тыс. м³ в год. В структуре продукции лесопиления преобладают бруски (размеры 3,8 × 6,8 см длиной 3 и 6 м), поскольку почти 90 % всех рубок — рубки ухода, где доминирует тонкомерная древесина. Другой вид лесной продукции — доска различных размеров. Незначительную долю в составе продукции занимают столярные изделия (ООО «Байкаллес», Баргузинский район и ООО «БАС», Прибайкальский район и др.). Следует отметить, что в ЦЭЗ республики более 40 % от общего объема заготовленной древесины поступает на местные лесопильные предприятия, более половины вывозится за ее пределы в виде круглого леса и дров.

Исходные данные для расчета объема отходов лесозаготовки — справочная информация для различных пород деревьев о средних размерах (диаметр, высота, объем ствола), массе (хвои, листвы, сучьев, веток, общей кроны, пней, корней), объеме сучьев и веток (на 1 м³ ствола в коре) [15] и средней плотности древесины [19]. Расчет выполнен по преобладающим породам древостоев с рядами высот IV и V. Для оценки объема отходов раскряжки древесины (откомлевок, козырьков) и прочих использованы средневзвешенные показатели нормативов [20, 21]. Объем лесосечных отходов ЦЭЗ БПТ представлен в табл. 3. В частности, образование отходов кроны составляет в среднем 149–154 т на 1 тыс. м³/год. Данные согласуются с нормативами ОНТП-85 [20].

Таблица 3

Лесосечные отходы на землях лесного фонда при рубках ухода, санитарных и при создании, эксплуатации объектов, связанных или не связанных с лесной инфраструктурой в границах ЦЭЗ БПТ (2015 г.)

Муниципальный район	Заготовлено древесины, тыс. м ³			Масса древесной зелени, тыс. т.	Масса сучьев и веток хвойных и мягколиственных пород, тыс. т.	Общая масса отходов кроны, тыс. т.	Масса отходов кроны, т на 1 тыс. м ³	Отходы раскряжки (2 % от заготовленной древесины), тыс. м ³	Прочие, тыс. т.
	всего	в том числе							
		хвойной	мягколиственной						
Республика Бурятия	445,5	401,5	44,0	33,9	33,9	67,7	152,0	8,9	50,5
Кабанский	108,6	91,5	17,1	8,2	8,3	16,4	150,5	2,2	12,5
Прибайкальский	163,2	153,8	9,4	12,6	12,4	25,0	152,9	3,3	18,4
Северо-Байкальский	3,1	2,7	0,4	0,2	0,2	0,5	151,2	0,1	0,4
Баргузинский	170,6	153,5	17,1	13,0	13,0	25,9	151,9	3,3	19,4
Иркутская область	59,7	57,5	2,2	4,6	4,5	9,2	153,4	1,2	6,7
Иркутский	9,8	9,8	0,0	0,8	0,7	1,5	154,2	0,2	1,1
Ольхонский	40,0	39,9	0,1	3,1	3,0	6,2	154,2	0,8	4,5
Слюдянский	9,9	7,8	2,1	0,7	0,8	1,5	149,3	0,2	1,1
Всего	505,2	459,0	46,2	38,5	38,4	76,9	152,1	10,1	57,2

Примечание. Муниципальные районы включают следующие лесничества или их части: Кабанский район — Бабушкинское, Кабанское; Прибайкальский — Байкальское, Кикинское; Северо-Байкальский — Северо-Байкальское; Баргузинский — Усть-Баргузинское; Иркутский — Голоустненское; Ольхонский — Ольхонское; Слюдянский — Слюдяное.

Отходы лесопиления складываются в производственной зоне лесопильных производств, расположенных преимущественно в границах населенных пунктов, и занимают значительные площади. Как и отходы лесозаготовки, они представляют собой легковоспламеняемые горючие материалы. По фактическим данным, объемы отходов лесопиления в виде горбыля и опилок имеются только в ЦЭЗ Республики Бурятия и оцениваются в 26,1 тыс. м³. Почти весь объем пиловочника представлен хвойной древесиной.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ

Нерегулируемый поток потребительских отходов, в том числе ТКО, в ЦЭЗ стал следствием поспешных решений и принятия правоустанавливающих документов, в том числе на сооружение объектов инфраструктуры, без существенных компенсационных механизмов финансово-экономического характера, с одновременным развитием туризма в ЦЭЗ оз. Байкал. Для решения проблем обращения с ТКО необходим системный подход в территориальных организациях, предусматривающий модернизацию и использование отходов на новой технологической платформе (в формате мусороперерабатывающих заводов — МПЗ, утилизация свалочного газа).

Золошлаковые отходы относятся к IV классу опасности (малоопасные), и их воздействие на природную среду обусловлено, прежде всего, существенными объемами их образования, что, в свою очередь, требует изъятия значительных территорий под складирование. Следует отметить, что ежегодно образуется 80 тыс. т ЗШО, которые без регулярного использования просто накапливаются. Необходимость размещения ЗШО связана с расчетом размеров золошлакоотвалов. Согласно нормам технологического проектирования энергообъектов, выбор золошлакоотвалов необходимо производить из расчета пятилетнего периода его эксплуатации с учетом использования и утилизации золошлаков. Золошлакоотвалы, как правило, проектируются с учетом поярусного наращивания ограждающих дамб из намывных золошлаков [22]. По укрупненным оценкам (теоретически), для складирования 80 тыс. т ЗШО потребуется территория в 13 тыс. м² при высоте золоотвала 10 м.

Потенциал использования ЗШО связан с традиционными технологиями утилизации золы. Данная технология требует отделения золы от шлака, и в дальнейшем такая зола может быть использована для производства цемента, бетона, кирпичей, а также как наполнитель в красках, пластике, шпатлевках [23, 24]. С учетом особого режима природопользования для использования золы в строительной отрасли потребуется организация вывоза ЗШО за пределы ЦЭЗ.

Перспективным может стать использование золы для строительства автодорог с твердым покрытием — горячим укатанным асфальтом. Асфальт производят путем нагревания смеси минеральных компонентов, заполнителей и битума до относительно высокой температуры. Как правило, в качестве заполнителя используется известняковая пыль. Замена ее летучей золой улучшает укладочные свойства смеси по сравнению с обычным асфальтом: уменьшает плотность и повышает долговечность [23].

С учетом того, что в ЦЭЗ БПТ функционирует большое количество угольных котельных, в которых не предусмотрено разделение золы и шлака, основное направление сокращения или полного устранения таких отходов — это замещение угля природным газом, древесным топливом. Полученная от сжигания древесного топлива зола может использоваться местным населением на нужды огородного и садоводческого хозяйства. Большие объемы древесной золы могут применяться в сельском хозяйстве в качестве добавок к удобрениям.

Отходы лесозаготовки и лесопиления (при распиловке чистой древесины) относятся к IV классу опасности и практически безопасны для окружающей среды и здоровья человека [25]. Однако они нуждаются в утилизации или переработке ввиду значительных объемов. Лесосечные отходы создают угрозу высокой пожарной опасности, затрудняют лесовозобновление и проходимость лесных участков. Проблему захламления леса усугубляют нелегальные лесорубы, оставляющие на лесных участках также часть деловой древесины (тонкомерной, крупные обломки и др.).

Сегодня вывоз отходов на перерабатывающие предприятия мал из-за их недостаточного количества. Также сдерживают переработку затраты на сбор, обработку и транспортировку сырья, часто превышающие стоимость готовой продукции [26]. На территории ЦЭЗ не предусмотрены специальные полигоны по приемке таких отходов, поэтому в основном их утилизируют путем сжигания [27]. Так, в Иркутской области в 2015 г. от всего объема отходов заготовки и переработки леса (11,3 млн т) было утилизировано 35,1 тыс. т (в том числе загрязненных) [28].

Использование отходов зависит в основном от их размерно-качественных характеристик, а также от экономических факторов. Наиболее ценные — кусковые отходы (горбыль, рейки и т. д.) — применяются при производстве мелкой пилопродукции и клееных заготовок, целлюлозно-бумажной и лесохимической продукции (спирта, кормовых дрожжей и т. д.). Менее ценные — мягкие отходы

(опилки, стружка, кора и др.) — используются для хозяйственных целей (удобрения, подстилки для животных и пр.) и как сырье для производства плит, продукции лесохимии, арболита, стеклодробленочного строительного материала, ксилолита и др. [29, 30]. В ЦЭЗ БПТ перспективным решением проблемы утилизации древесных отходов и низкокачественной древесины, а также развития биоэнергетики является производство топливных древесных гранул (пеллет). Ближайшее к ЦЭЗ крупное предприятие находится в Иркутской области (мощность 30 тыс. т древесных гранул в год, пос. Новая Игирма). Перспективно и малозатратно компостирование мягких древесных отходов на биоудобрение на базе лесопитомников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории ЦЭЗ БПТ в условиях режима особого природопользования функционирование ряда предприятий, сооружение объектов хозяйственной деятельности запрещены или приостановлены. Мониторинг процесса обращения с отходами от главных видов деятельности (теплоэнергетика, лесозаготовка и лесопиление) и жизнедеятельности (потребительские отходы) в прибрежной освоенной части оз. Байкал выявляет дефицит комплексного подхода в решении хозяйственного развития на протяжении последних десятилетий.

Для территории ЦЭЗ БПТ выполнены количественные оценки образования ТКО как от населения с учетом социальной инфраструктуры, так и от рекреационной деятельности (свыше 36 тыс. т, или 180 тыс. м³). В части ЦЭЗ, находящейся на территории Республики Бурятия, суммарный поток ТКО от населения, социальной инфраструктуры и рекреационной деятельности составляет почти 20 тыс. т (54,3 % от суммарного ЦЭЗ), без учета ТКО от предприятий, что требует дополнительных исследований. Наибольшее количество ТКО от рекреационной деятельности — в Кабанском районе. В иркутской части ЦЭЗ по объемам образования ТКО лидирует Слюдянский район, где проживает большая часть населения и увеличивается турпоток, а по удельному весу ТКО от рекреационной деятельности — Ольхонский район. В условиях ограничения хозяйственной деятельности требуется разработка системного комплексного подхода к модернизации использования значительных объемов ТКО на новой технологической платформе: в формате мусороперерабатывающих заводов и утилизации свалочного газа на нужды энергетики. Изменение ситуации по обращению с ТКО связано с дальнейшей инвестиционной деятельностью региональных операторов (работают с января 2019 г.).

Выполнен анализ существующих методов оценки количества образующихся ЗШО от котельных. Разработана расчетная модель определения количества ЗШО в зависимости от сжигаемого топлива и технологии очистки газа на основе метода материально-сырьевого баланса. Ежегодный объем ЗШО от коммунальных теплоисточников ЦЭЗ оценивается в 80 тыс. т, он сконцентрирован преимущественно в городах Слюдянка, Байкальск, Северобайкальск.

Наиболее перспективное решение проблемы не только утилизации многих видов древесных отходов и низкокачественной древесины, но и развития биоэнергетики в районах ЦЭЗ БПТ — это производство топливных древесных гранул.

Таким образом, рекомендуемые направления утилизации значимых отходов производства и потребления, последующее их включение в территориальные планы развития районного и городского статуса позволяют формировать хозяйственную деятельность в ЦЭЗ БПТ на принципах «зеленой» экономики [31].

Работа выполнена в рамках интеграционной программы Иркутского научного центра СО РАН (АААА–А17–117041250054–8) и Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (АААА–А19–119122490007–4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный закон** РФ № 94-ФЗ «Об охране оз. Байкал». Утвержден Указом Президента РФ 1 мая 1999 г. (ред. от 14.07.2008) [Электронный ресурс]. — <http://base.garant.ru/2157025/> (дата обращения 15.06.2019).
2. **Постановление** Правительства РФ от 30 августа 2001 г. № 643 «Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. — <https://base.garant.ru/2158203/> (дата обращения 15.06.2019).
3. **Территориальная** схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами в Иркутской области // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области [Электронный ресурс]. — <https://irkobl.ru/sites/ecology/> (дата обращения 15.06.2019).
4. **Схема** обращения с отходами на территории Республики Бурятия, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на период 2017–2026 гг. [Электронный ресурс]. — <http://egov-buryatia.ru/> (дата обращения 15.06.2019).

5. **Об утверждении** нормативов накопления твердых коммунальных отходов на территории Республики Бурятия: Постановление Правительства Республики Бурятия от 16 октября 2017 года № 502 [Электронный ресурс]. — <http://egov-buryatia.ru/> (дата обращения 20.06.2019).
6. **Евстропьева О.В., Бибаева А.Ю., Санжеев Э.Д.** Моделирование развития туристских потоков на региональном и локальном уровне // Современные проблемы сервиса и туризма. — 2019. — Т. 13, № 1. — С. 85–97.
7. **Методические** рекомендации по разработке проекта нормативов предельного размещения отходов для теплоэлектростанций, теплоэлектроцентралей, промышленных и отопительных котельных [Электронный ресурс]. — <http://docs.cntd.ru/document/1200043975> (дата обращения 24.10.2018).
8. **Об утверждении** отдельных методических документов в области охраны окружающей среды: Приказ министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан от 18 апреля 2008 г. № 100-п [Электронный ресурс]. — <http://new.ecogofond.kz/wp-content/uploads/100-ves.pdf> (дата обращения 24.10.2018).
9. **Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н.** Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 528 с.
10. **Об утверждении** отдельных методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 5 авг. 2014 г. № 349 [Электронный ресурс]. — <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW;n=170609;req=doc#02238994196023505> (дата обращения 25.09.2019).
11. **Карпачев В.П., Андрияс А.А., Пережилин А.М.** Оценка объема отходов лесозаготовок в Красноярском крае // Вестн. Краснояр. аграрного ун-та. — 2010. — № 7. — С. 7–10.
12. **Методика** расчета объемов образования отходов. Отходы деревообработки. МРО 5-99 [Электронный ресурс]. — http://snipov.net/database/c_4294943490_doc_4293850502.html (дата обращения 25.09.2019).
13. **Сборник** удельных показателей образования отходов производства и потребления. — 1999 [Электронный ресурс]. — http://www.infosait.ru/norma_doc/7/7041/#i4094504 (дата обращения 25.09.2019).
14. **Методические** указания по определению объемов вторичных древесных ресурсов. [Электронный ресурс]. — <http://www.waste.ru/modules/documents/item.php?itemid=231> (дата обращения 25.09.2019).
15. **Вторичные** материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности (Образование и использование): Справочник / Гл. ред. А.Е. Юрченко. — М.: Экономика, 1983. — 223 с.
16. **Чистякова В. К** «мусорной» реформе не готовы: тарифа нет, за что платить — непонятно [Электронный ресурс]. — <http://www.irk.ru/news/articles/20181213/reform/> (дата обращения 10.08.2019).
17. **ВэйстТэк 2007:** Пятый Междунар. конгресс по управлению отходами и природоохранным технологиям (29 мая – 1 июня 2007 г.): Сб. докл. / Под. ред. Н.Ф. Абрамова, М.Н. Бернадина, Н.В. Русакова. — М.: Сибико Интернэшнл, 2007. — 589 с.
18. **Назмеев Ю.Г.** Системы золошлакоудаления ТЭС. — М.: Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2002. — 572 с.
19. **Коломинова М.В.** Физические свойства древесины: Методические указания для студентов специальности 250401 «Лесосинженерное дело». — Ухта: Изд-во Ухтин. техн. ун-та, 2010. — 51 с.
20. **Общесоюзные** нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий. ОНТП 02-85 [Электронный ресурс]. — http://snipov.net/c_4685_snip_99291.html (дата обращения: 20.09.2019).
21. **Общесоюзные** нормативы для таксации лесов / Под ред. В.В. Загреева. — М.: Колос, 1992. — 495 с.
22. **СНиП II-58-75.** Строительные нормы и правила. Электростанции тепловые / Госстрой России (п. 6). — М.: Изд-во ФГУП «Центр проектной продукции в строительстве», 2004. — 24 с.
23. **Технологии** утилизации золы. Департамент торговли и промышленности Великобритании, исследования компаний Hatterrall Associates и Британской Ассоциации качества золы [Электронный ресурс]. — www.dti.gov.uk/cct, www.mediakuzbass.ru/tuleev/letter/letter.php (дата обращения 12.05.2015).
24. **Tenenbaum D.J.** Trash or Treasure?: Putting Coal Combustion Waste to Work // Environmental Health Perspectives [Электронный ресурс]. — <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2801204/> (дата обращения 10.09.2019).
25. **О внесении** изменений в Федеральный классификационный каталог отходов: Приказ Росприроднадзора от 03.06.2016 № 311 [Электронный ресурс]. — <http://www.formy-i-blanki.ru/fkko> (дата обращения 25.09.2019).
26. **Медведев С.О., Соболев С.В., Степень Р.А.** Возможности рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе. — Красноярск: Изд-во Сиб. техн. ун-та, 2010. — 85 с.
27. **Габов Р., Перетолчин В.** Заксобрание Иркутской области предлагает создать рабочую группу по разработке стратегии по ликвидации отходов лесозаготовки [Электронный ресурс]. — <http://test.baikal-info.ru/zs-irkutskoy-oblasti-predlagaet-sozdat-rabochuyu-gruppu-po-razrabotke-strategii-po-likvidacii> (дата обращения 01.10.2019).
28. **Утилизация** древесных отходов [Электронный ресурс]. — http://www.woodheat.ru/wood_waste.html (дата обращения 10.05.2019).
29. **Сафин Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Хисамеева А.Р., Шулаева М.В., Хузеев М.В.** Разработка энергосберегающей технологии газогенерации древесных отходов // Проблемы энергетики. — 2011. — № 11–12. — С. 64–71.
30. **Веприкова Е.В., Терещенко Е.А., Щипко М.Л., Кузнецов Б.Н.** Сорбенты для ликвидации нефтяных загрязнений, полученные автогидролизом древесных отходов // Экология и промышленность России. — 2011. — № 6. — С. 16–20.
31. **Zabortceva T.I., Kuznetcova A.N., Violin S.I.** The potential of a «green» economy in the socio-economic development of Irkutsk oblast // Geography and Natural Resources. — 2017. — Vol. 37, Is. 4. — P. 379–385.

Поступила в редакцию 27.11.2019

После доработки 13.01.2020

Принята к публикации 24.03.2020