

УДК 504.064.47

И. В. Лебедев, С. П. Каплина

Предложения по организации системы сбора и утилизации ртутьсодержащих отходов в городском округе Дубна Московской области

Рассматривается проблема ртутьсодержащих отходов (PCO), их сбор и утилизация в г.о. Дубна Московской области. Такие отходы относятся к отходам I класса опасности и при неправильном обращении представляют угрозу загрязнения окружающей среды и здоровью населения. На сегодняшний момент сбор у населения таких отходов не налажен, поэтому предложения по организации системы сбора и утилизации представляются очень актуальными.

Проведена оценка прогнозируемого объёма отработанных ламп, образующихся у населения города, предложена схема по организации мест первичного сбора таких отходов с учетом специфики жилой застройки. Проведен расчет количества отходов, образующихся после процесса утилизации отработанных ртутных ламп на малогабаритной вакуумной термомеркуризационной установке УРЛ-2М, которые можно вовлечь во вторичный оборот в качестве материальных ресурсов.

Ключевые слова: ртутьсодержащие отходы, люминесцентные лампы, утилизация, город Дубна, Московская область

Об авторах

Лебедев Иван Владимирович – магистр 2-го года обучения кафедры экологии и наук о Земле, государственный университет «Дубна». *E-mail:* Lebedev.ru.com@yandex.ru. 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская 19.

Каплина Светлана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле, государственный университет «Дубна».

В состав твердых коммунальных отходов, образующихся в городе, входят отработанные ртутьсодержащие лампы, а также ртутные медицинские термометры, относящиеся к отходам I класса опасности и при неправильном обращении представляющие прямую угрозу для здоровья человека и окружающей среды.

В России в секторе промышленного производства на должном уровне налажена система сбора и утилизации ртутьсодержащих люминесцентных ламп после потери ими своих потребительских качеств. Сбор и утилизация энергосберегающих ртутьсодержащих ламп у населения представляет собой сложную задачу, несмотря на то, что население является главным потребителем энергосберегающих компактных ламп (70%) [11].

В лампах содержится разное количество ртути, это зависит от типа, формы, мощности лампы. Наиболее распространённые современные компактные лампы содержат порядка 3–5 мг ртути. При неправильном обращении с ртутьсодержащими отходами существует

высокий риск попадания ртути в окружающую среду. Растения могут накапливать ртуть и ее соединения по мере увеличения ее концентрации в почве. Попадая в растение, концентрация ртути повышается как в листьях, так и в корнях. Животные также обладают способностью аккумулировать ртуть. Например, водные организмы легко поглощают соли двухвалентной ртути, водные беспозвоночные организмы накапливают ее в высоких концентрациях [10]. Рыбы, поглощая этот металл, удерживают его в тканях, главным образом, в виде соединения метилртути. Именно рыба считается основным источником попадания ртути в организм человека. Уровень ртути в крови людей, совсем не потребляющих рыбу, составляет примерно 2 мкг/л, в то время как у тех, кто употребляет рыбу три раза в неделю, этот показатель увеличивается до 10 мкг/л [10]. При поступлении повышенных концентраций ртути она накапливается практически во всех внутренних органах, таких как печень, почки, головной мозг, в жидкостных телах организма: крови, моче, грудном молоке, а также в наружных покровах тела: волосах и коже. Относительное содержание

ртути в эритроцитах крови одного человека может изменяться более чем в 5 раз. Интоксикация ртутью также может происходить и через дыхательные пути, что обусловлено ее способностью к высокой летучести [10].

Ртуть принадлежит к виду тиоловых ядов, то есть тех, которые нарушают белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Она токсична для человека практически в любом своем состоянии и отличается широким спектром и разнообразием проявлений вредного действия. Сила действия ртути на организм определяется формой ее нахождения в природной среде. Например, при вдыхании элементарной ртути и ее неорганических соединений всасывание в желудочно-кишечном тракте человека происходит примерно на 80–85%. Однако элементарная ртуть практически не всасывается, всасываемость неорганических солей составляет 8–15%, а метилртуть поглощается тканями практически полностью. Благоприятствовать поглощению ртути в организм, а значит ее окислению и образованию ртутных комплексов, могут соли и кислород, содержащиеся в крови. Многие ртутные формы могут проникать в человеческий организм через кожные покровы [10].

Таким образом, неправильное обращение с ртутьсодержащими лампами, с одной стороны, может нанести значительный вред как здоровью человека, так и окружающей природной среде в целом, с другой – ртуть, алюминиевые цоколи, стекло и другие компоненты, содержащиеся в лампах, являются ценным вторичным сырьем, которое можно и необходимо возвращать в хозяйственный оборот.

Ртутьсодержащая лампа, вышедшая из строя, представляет собой источник загрязнения окружающей среды. Однако, по статистическим данным, из отслуживших свой срок более 70 млн ртутных ламп в России ежегодно обезвреживается и утилизируется приблизительно 40%. Исключение составляют лишь два района (Москва и Московская область), где перерабатывается до 85% отработанных ртутных ламп [9; 12]. Ежегодно в Москве собирается и перерабатывается около 8–8,5 млн отработанных ртутьсодержащих люминесцентных ламп, из них 70% ламп – из организаций и предприятий, 15% – из жилищного комплекса, 10% – из учреждений образования и 5% – из лечебно-профилактических учреждений. Столь низкий процент перерабатываемых ртутьсодержащих ламп во многом свя-

зан с проблемой организации сбора и утилизации таких ламп у населения.

В настоящее время в городском округе Дубна Московской области отсутствует система сбора и утилизации ртутьсодержащих ламп у населения [5], в связи с этим предложения по организации такой системы представляют актуальную задачу.

Объект и методы исследования

Городской округ Дубна находится в Московской области к северу от Москвы (121 км) на границе с Тверской областью, на берегах двух водохранилищ Угличского (р. Волга) и Иваньковского. На севере граничит с территориями Кимрского муниципального района Тверской области; на востоке – с территориями сельского поселения Темповое Талдомского муниципального района Московской области; на юге – с территориями сельского поселения Куликовское Дмитровского муниципального района Московской области; на западе – с территориями Конаковского муниципального района Тверской области. Река Волга разделяет город на две части на протяжении 9 км, ширина реки в пределах города примерно 250–300 м. Кроме рек на территории города расположены 7 водоемов естественного и искусственного происхождения, включая пруды садоводческих товариществ. Самые крупные – озера Лебяжье, Безмянное и пруд Суглинок [1; 5].

Городской округ образован одним населенным пунктом – городом Дубной, численность постоянного населения составляет 75 144 чел. (2018) [2; 5], площадь территории составляет 6336 га, из них на селитебные территории приходится примерно 13% [5]. Дубна имеет статус наукограда и является международным научным центром с международными связями. В городе расположен мощный комплекс разработки и производства авиационно-космической техники, предприятий морского и ядерного приборостроения, идет активное строительство особой экономической зоны [8]. В городе выделяются несколько районов, которые разнообразны по своей структуре и застройке. В левобережной части формируется один район, именуемый как «Левобережный», в правобережной части города выделяются районы: «Большая Волга», «Черная речка», «Институтская часть», «Александровка» [5].

В настоящее время в городском округе Дубна существует современная система управ-

ления отходами, введен стопроцентный раздельный сбор [5]. Однако централизованный раздельный сбор опасных отходов, в том числе ртутьсодержащих, с охватом всего населения на сегодняшний день отсутствует. Необходимость создания системы сбора и утилизации ртутьсодержащих отходов обусловлена требованиями действующего законодательства РФ и отражено в «Стратегии социально-экономического развития наукограда Дубна на 2017–2026 годы», раздел 4.1.1. «Комплексные работы по охране окружающей среды»: «...создание системы сбора, транспортировки, утилизации и/или обезвреживания отработанных ртутьсодержащих ламп с привлечением специализированной организации» [6].

На данный момент в ряде регионов России функционируют региональные системы сбора и обезвреживания вышедших из строя ртутных ламп и другого ртутьсодержащего оборудования (PCO), причем не только ориентированные на организации и предприятия, но и на бытовой сектор. В стране функционируют около 100 предприятий по раздельному сбору (PCO), порядка 50 таких предприятий расположены во всех федеральных округах Российской Федерации [3].

На территории г.о. Дубна расположено специализированное предприятие, занимающееся обезвреживанием и утилизацией ртутьсодержащих отходов, что несомненно является большим плюсом. Наличие данного предприятия упростит процесс обслуживания контейнеров, установленных для сбора ламп у населения, гарантирует безопасную для окружающей среды и здоровья человека утилизацию собранных ламп, а также сократит транспортные расходы за счет небольшого расстояния до пункта утилизации. В настоящее время данное предприятие на договорной основе осуществляет обслуживание коммерческих организаций, учреждений и предприятий как города Дубны, так и близлежащий районов.

Оценка прогнозируемого объема отходов проводилась с использованием расчетно-параметрического метода, который позволяет прогнозировать объем образования ламп с учетом их технических параметров, условий эксплуатации и временного ресурса использования.

Результаты и обсуждение

Для построения системы сбора и утилизации отходов в любом населенном пункте

вначале необходимо оценить прогнозируемый объем образующихся отходов. Был проведен расчет количества отработанных ртутьсодержащих энергосберегающих ламп, образующихся в жилом фонде города. Расчет проводился двумя различными вариантами, затем данные были усреднены. Важно отметить, что оба варианта расчета показали близкие результаты. Согласно расчетам, прогнозируемый объем отработанных ртутьсодержащих энергосберегающих ламп в год составил 13 446 шт., ежедневно 37 шт.

Важным этапом является первоначальный сбор отходов, в первую очередь необходимо определить места установки специальных контейнеров для сбора отходов, образующихся в жилом фонде, при этом необходимо учитывать, что они должны находиться в шаговой доступности, иначе данная система работать не будет.

Для разработки схемы сбора был проведен подробный анализ системы сбора твердых коммунальных отходов (ТКО) из жилого сектора, а также анализ структуры города. Было установлено, что в среднеэтажной, малоэтажной и индивидуальной зонах жилой застройки сбор ТКО осуществляется путем установленных контейнеров на специальных контейнерных площадках. Таким образом, для данного жилого фонда целесообразно разместить спецконтейнеры для сбора PCO именно на этих площадках. В зонах многоэтажной жилой застройки сбор ТКО происходит путем использования мусоропроводов, а контейнеры установлены в мусороуборочной камере, дополнительно около камеры установлен контейнер синего цвета для сбора отходов, подающихся вторичной переработке. Поставить в данных местах еще и контейнер для сбора PCO не представляется возможным, т.к. он фактически окажется под окнами жилых квартир. Однако анализ структуры управления данным жилым фондом показал, что примерно половиной многоквартирного фонда управляют созданные собственниками жилых домов ТСЖ, а оставшейся частью – управляющие компании, офисы которых часто находятся в местах расположения многоэтажных домов. Таким образом, для многоэтажного жилого фонда города можно предложить установку спецконтейнеров для сбора PCO в офисах управляющих компаний и товариществ собственников жилья (ТСЖ).

С учетом вышеизложенного в качестве предложения по установке спецконтейнеров была создана картосхема с использованием геоинформационной системы (ГИС) *MapInfo Professional 12.5* (рис. 1). За основу картосхемы взята карта «Яндекс» города Дубны масштабом 1:30 000. Такая картосхема позволяет провести оценку жилищного фонда города

с географической и пространственной привязкой. Построенная картосхема является интерактивной, простой и удобной в использовании. При наведении курсора на точку установки контейнера всплывает его точный адрес, для более легкой ориентировки крупные улицы подписаны, и при наведении на них курсора всплывает название улицы.

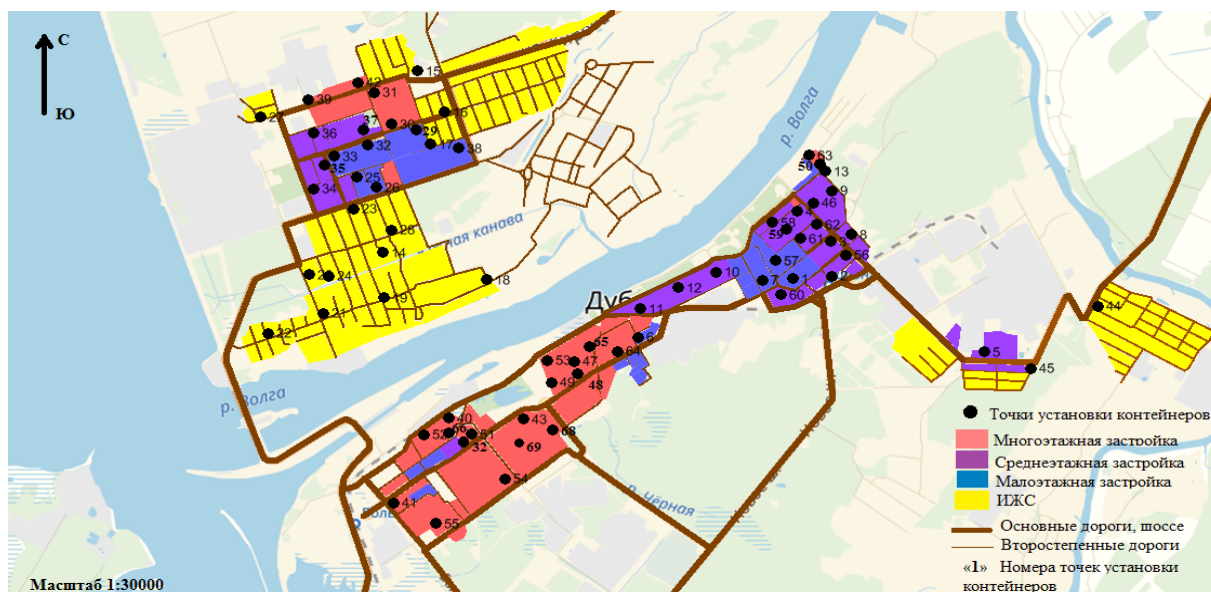


Рис. 1. Картосхема организации мест первичного сбора ртутьсодержащих отходов у населения на территории городского округа Дубна

Точки сбора в районах индивидуальной жилой застройки (ИЖС) определены на въезде-выезде, что позволяет уменьшить количество контейнеров, не ухудшая шаговую доступность для населения. На территориях ИЖС предполагается установить 13 контейнеров. ИЖС занимает достаточно значительную часть территории города, но плотность населения там меньше, соответственно, можно установить значительно меньше контейнеров, чем в секторах со средней и малоэтажной застройкой.

Районы с малоэтажной застройкой (2–3 этажа) в г. Дубне в основном представлены домами постройки 50–60 годов двадцатого века. Контейнерные площадки для сбора ТКО в таких районах чаще всего установлены для группы домов в общем дворе. Установка контейнера для сбора РСО на этих площадках позволит охватить сразу несколько домов и доступность для населения будет наилучшей. На территории малоэтажной застройки предполагается установить 11 спецконтейнеров.

В районах среднеэтажной застройки – дома в 4–8 этажей – также расположены контейнерные площадки ТКО, на которых возможно дополнительно установить контейнеры для сбора РСО. Предполагается установить 22 спецконтейнера.

Самыми сложными оказались районы многоэтажной застройки – дома в 9 и выше этажей. Как уже отмечалось, здесь отсутствуют площадки для сбора ТКО. Контейнеры для сбора РСО предлагается установить в офисах управляющих компаний и товариществ собственников жилья, что позволит сохранить принцип шаговой доступности. Всего предполагается установить 23 контейнера. Конкретная точка установки может быть изменена управляющей компанией для более удобного расположения в пределах дома или группы домов.

Следующим этапом работы являлся выбор контейнера для сбора РСО. Был проведен анализ контейнеров, представленных на рын-

ке, и выбран контейнер марки «КМ-2-2» компании НПК «ЭкоБокс» (рис. 2). Конструкция контейнера устроена так, что все опасные отходы, попадая в загрузочный отсек, «скатываются» внутрь, не повреждаясь и не повреждая уже находящиеся там предметы. Контейнер позволяет собирать компактные энер-

госберегающие лампы, ртутные медицинские термометры и дополнительно содержит отдельный отсек для сбора отработанных батареек, которые также относятся к опасным отходам.



Рис. 2. Фото контейнера [7]

Как уже было сказано в данной статье, непосредственно на территории г.о. Дубна расположен демеркуризационный цех, что является большим преимуществом. Утилизацию ртутьсодержащих отходов осуществляет ООО «КОМПЛЕКТСЕРВИС ГРУПП» совместно с ООО «Венчурная фирма «ФИД-Д». Утилизация осуществляется на «Малогабаритной вакуумной термомеркуризационной установки УРЛ-2м». Данная установка была разработана Дубненской фирмой ООО «Венчурная фирма «ФИД-Д» [9], запатентована и в настоящее время применяется как в России, так и за рубежом. На сегодняшний день это единственное в России оборудование, позволяющее утилизировать отходы, содержащие весомые (до нескольких кг в случае игнитронов) количества металлической ртути. Данная технология признана наилучшей доступной

технологией по утилизации и обезвреживанию ртутьсодержащих отходов в РФ [4; 5].

Также был проведен расчет количества отходов, образующихся после процесса утилизации, которые можно вовлечь во вторичный оборот в качестве материальных ресурсов. При утилизации 13 446 шт. отработанных ртутьсодержащих ламп можно вовлечь во вторичный оборот 1485 кг стекла, 32 кг алюминия и 54 кг ртути, что в настоящее время в рамках проведения реформы в области обращения с отходами является чрезвычайно актуальным.

Для функционирования системы в области обращения с отходами крайне важным моментом является информирование населения о правильной утилизации РСО и местах первичного сбора. Однако население города различно по возрастной структуре, и для каж-

дой структурной единицы необходимо использовать свой метод информирования. Население города Дубны было разделено на пенсионеров, работоспособное население, студентов, школьников, дошкольников. С учетом этого были разработаны следующие рекомендации:

1. На официальном сайте г.о. Дубна необходимо разместить информацию о нанесении вреда окружающей среде в случае неправильной утилизации энергосберегающих ртутьсодержащих ламп. Целесообразно также разместить карту с точными адресами расположения контейнеров для сбора с привязкой к «Яндекс. Карта», а также желательно размещать статистику по сбору и утилизации РСО, например, сколько вывезли и утилизировали ламп за текущий месяц. Это будет стимулировать жителей к правильному обращению с лампами, повысит ответственность за загрязнение окружающей среды города, в котором они живут.

2. Управляющие компании и товарищества собственников жилья (ТСЖ) также должны способствовать распространению информации о сборе ртутьсодержащих отходов путем размещения объявления на информационных стендах возле домов и на своих сайтах с краткой информацией о необходимости отдельного сбора опасных отходов, а также указанием адресов расположения спецконтейнера для сбора вблизи обслуживаемых домов.

3. Местные средства массовой информации (СМИ) являются хорошим способом проинформировать значительную часть населения. Так, в местных газетах в рамках социальной рекламы необходимо размещать краткую информацию о необходимости отдельного сбора опасных отходов, и так как точные адреса всех контейнеров в объявлении разместить по объективным причинам невозможно, то необходимо дать ссылки на все ресурсы (сайт города и другие сайты) с адресами установки контейнеров. В первые месяцы ввода спецконтейнеров для сбора можно информировать еженедельно, далее раз в месяц. Телевидение – также отличный способ проинформировать население. В рамках социальной телевизионной рекламы необходимо запустить ролик на местном телевидении. Ролик продолжительностью не более 30 секунд с информацией о том, какой может быть опасной неправильная утилизация ртутьсодержащих ламп, а также вся контактная информация

о том, куда можно сдать лампы, в конце ролика также разместить ссылки на сайт города и другие сайты с адресами установки контейнеров для первичного сбора. Частота выхода ролика раз в сутки в течение первых двух месяцев, далее раз в неделю.

4. Кроме сайта города существует официальный форум г. Дубны «Независимый форум Дубны». Через этот сайт можно не только осуществлять информирование население, но и получать обратную связь от населения города о том, насколько удобным является нововведение, а также пожелания и рекомендации.

5. В первый месяц после установки контейнеров для сбора РСО по почтовым ящикам домов можно разложить листовки с краткой информацией о вреде для окружающей среды неправильной утилизации таких отходов, а также ссылки на сайты, где размещена подробная информация, в том числе и адреса установки спецконтейнеров.

6. Информировать пенсионеров можно дополнительно в разъяснительных беседах и лекциях при поддержке Совета ветеранов Дубны.

7. Особое внимание необходимо уделить экологическому образованию, культуре и просвещению подрастающего поколения (школьники, дошкольники). Не реже 1 раза в год необходимо проводить занятия в образовательных учреждениях города по вопросу обращения с опасными отходами.

Выводы

Прогнозируемый объем отработанных ртутьсодержащих энергосберегающих ламп, образующийся в жилом секторе городского округа Дубна, в год составляет 13 446 шт., ежедневно 37 шт. Для их сбора разработана схема установки специализированных контейнеров с учетом структуры жилого фонда, а также создана интерактивная ГИС, отображающая точный адрес нахождения контейнера. Выбор точек первичного сбора проведен рационально: они находятся вдалеке от детских садов, школ и других образовательных учреждений, учтен фактор наименьших затрат на покупку контейнеров и охват контейнерами всего города в максимально близкой и удобной доступности для населения. Рекомендуется установить порядка 69 специализированных контейнеров. Оптимальным контейнером для сбора РСО выбран контейнер марки «КМ-2-2» компании НПК «ЭкоБокс» [7]. Рассчита-

но, что при утилизации отработанных ртуть-содержащих ламп, образующихся в жилом секторе городского округа Дубна, можно вовлечь во вторичный оборот 1485 кг стекла, 32 кг алюминия и 54 кг ртути. Разработаны рекомендации по информированию различных слоев населения города о правилах обращения с отработанными энергосберегающими ртуть-содержащими лампами и местах их первичного сбора.

Библиографический список

1. С.Г. Баша, М.И. Буланов, И.Л. Григорьева и др. Введение в экологию город Дубна – история и экология. Дубна: Междунар. ун-т прир. Обва и человека «Дубна», 2001. С. 59–64.
2. Дубна, информация о количестве населения и т.д. – URL: http://города-россия.рф/site_id.php?id=222. Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.10.2019).
3. Интенсивность светового потока. – URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskie-velichiny-svetovojj.html>. Режим доступа: свободный (дата обращения: 19.10.2019).
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов) ИТС 15-2016. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143229>. Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.10.2019).
5. Каманина И.З., Каплина С.П., Макаров О.А., Кликодуева Н.А. Комплексная оценка экологического состояния наукограда Дубна. Дубна: ОИЯИ, 2019. 168 с.
6. Официальный сайт города Дубна. – URL: <http://naukograd-dubna.ru/docs/doc/strategiya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-naukograda-dubna-na-2017-2026-gody-319>. Режим доступа: свободный. Дата обращения: 20.10.2019.
7. Официальный сайт компании «Экобокс». – URL: <https://ecobox.ru/gallery>. Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.10.2019).
8. Особая экономическая зона Дубна. – URL: <http://oezdubna.ru/about/>. Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.10.2019).
9. Приложение к постановлению Правительства Московской области «Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Московской области. – URL: <http://mosreg.ru/dokumenty/normotvorchestvo/prinyato-pravitelstvom/29-12-2016-10-45-57-postanovlenie-pravitelstva-moskovskoy-oblasti-ot-2>. Режим доступа: свободный (дата обращения: 20.10.2019).
10. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агрэкология. М.: КолосС, 2000. 536 с.
11. Янин Е.П. Ртуть в России: производство и потребление. М.: ИМГРЭ, 2004. С. 10–15.
12. Янин Е.П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды. М.: ИМГРЭ, 2005. С. 28.

*Поступила в редакцию
16.12.2019*