

# ПРОБЛЕМА ПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО В РЕГИОНЕ

Ильина О.В\*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

\*E-mail: ilyina\_o@mail.bio.msu.ru

**Отредактировано: 30.08.2021**

В обзоре представлены данные, касающиеся оборота твердых коммунальных отходов (ТКО), в частности пластиковых отходов, на территории Иркутской области и Республики Бурятия. Отдельно обсуждается проблема пластикового загрязнения Байкальской природной территории и непосредственно озера Байкал. Также в обзоре представлены данные о загрязнении береговой линии и поверхностных вод озера Байкал, полученные автором с коллегами при проведении проекта «Умный Субботник» в ходе экспедиций 2017-2020 гг.

## Оглавление

Особенности обращения с отходами и пластикового загрязнения в пределах БПТ .....	2
Сколько пластика попадает в озеро Байкал?.....	3
Количественные показатели пластикового загрязнения озера Байкал и возможности переработки берегового пластикового мусора .....	4
Микропластик в поверхностных водах .....	4
Макропластик на береговой линии .....	7
Раздельный сбор отходов в регионе .....	12
Обращение с ТКО и практика РСО в Иркутской области.....	12
<b>Работа регионального оператора в Иркутской области .....</b>	<b>12</b>
Коммерческие заготовки вторичного сырья.....	14
Волонтерские акции по сбору вторичного сырья.....	14
Обращение с ТКО и практика РСО в Улан-Удэ и в Республике Бурятия .....	16
Работа регионального оператора в Республике Бурятия .....	16
Коммерческие заготовки вторичного сырья в г. Улан-Удэ .....	18
Волонтерские акции по приему вторичного сырья в г. Улан-Удэ .....	18
Экологические инициативы в Республике Бурятия.....	19
Переработка вторичного сырья в г. Улан-Удэ.....	20
<b>Свалки.....</b>	<b>22</b>
Эффективность раздельного сбора в Иркутской области и Республике Бурятия.....	25
Экологические инициативы по очистке Байкала от пластиковых отходов .....	27
Наш опыт проведения береговых уборок.....	27
Проект «Байкал без сетей» - очистка Байкала от подводного мусора.....	29
Экопросвещение .....	30

Эко-просвещение и сфера эко-бизнеса.....	32
Проблема сжигания и термического разложения пластика .....	33
Обращение с отходами на территории ООПТ .....	34
Опыт внедрения раздельного сбора отходов в ФГБУ «Заповедное Подлеморье» .....	35
Обращение с отходами на землях лесного фонда.....	36
Традиции и пластик.....	37
Основные выводы .....	39
Ссылки, литература .....	40
Публикации.....	40
Личные консультации .....	40
СМИ, интернет .....	41

## Особенности обращения с отходами и пластикового загрязнения в пределах БПТ

Уникальность БПТ заключается в ее юридическом природоохранном статусе, отличающем ее от других регионов России: в центральной и буферной зонах (ЦЭЗ и БЭЗ БПТ), а также в зоне атмосферного влияния БПТ Федеральным законом №94-ФЗ «Об охране озера Байкал» от 01.05.1999 установлен особый режим и ограничения на ведение различных видов деятельности, касающихся в том числе обращения с отходами. Наиболее охраняемая зона, ЦЭЗ, включает в себя озеро Байкал с островами, прилегающую к озеру Байкал водоохранную зону, а также особо охраняемые природные территории, граничащие с озером Байкал. В пределах этой зоны установлены особо строгие ограничения, и ее влияние на экологическое состояние озера наиболее критично. Территориально ЦЭЗ БПТ расположена на двух субъектах РФ: на территории Иркутской области и Республики Бурятия, с административными центрами в Иркутске и Улан-Удэ соответственно. На территории ЦЭЗ БПТ расположены четыре города (Северобайкальск, Байкальск, Слюдянка, Бабушкин), 10 поселков городского типа и 137 сельских населенных пунктов.

Особо охраняемые природные территории в пределах ЦЭЗ представлены ФГБУ «Байкальский государственный природный биосферный заповедник», а также ФГБУ «Заповедное Подлеморье» и ФГБУ «Заповедное Прибайкалье». Суммарно в состав ООПТ входят три заповедника, два национальных парка, семь заказников, а также водоохранная зона (21). Источником загрязнения озера пластиковыми отходами могут быть как населенные пункты, так и ненаселенное побережье и национальные парки, на территории которых расположены многочисленные локации массового туризма. Каждая из этих территорий характеризуется своими особенностями в обращении с отходами. Кроме того, пластик может поступать в составе речных стоков крупных рек, подвергающихся антропогенному загрязнению – в первую очередь это касается реки Селенга.

Специфика пластикового загрязнения и обращения с отходами в пределах БПТ обусловлена большими расстояниями (и, соответственно, плечами подвоза),

малочисленностью населения и сезонными колебаниями. Протяженность озера Байкал составляет около 700 км, площадь ЦЭЗ БПТ – 89,1 тысяч км<sup>2</sup>, что приблизительно соответствует площади двух Нидерландов. В пределах ЦЭЗ проживает около 140 тысяч человек (примерно в сто раз меньше, чем в Нидерландах). Количество туристов, которые посещают озеро Байкал ежегодно, оценивается в пределах 1.5-1.7 миллионов человек, пики посещаемости приходятся на вторую половину лета и на новогодние праздники. Значимая часть туристического потока представлена жителями Иркутской области и Республики Бурятия, для которых побережье озера является наиболее популярным местом отдыха. В водосборный бассейн озера Байкал, но не в ЦЭЗ БПТ, входит город Улан-Удэ с населением, составляющим 440 тысяч человек. Самый крупный населенный пункт региона – город Иркутск, население которого составляет около 620 тысяч человек. Иркутск и его спутники расположены на берегу реки Ангара, вытекающей из озера Байкал, тем не менее косвенно оказывают влияние на пластиковое загрязнение озера.

В Республике Бурятия Баргузинский и Северобайкальский районы являются территорией компактного проживания представителей малочисленных коренных народов - эвенков. Эвенки не изолированы в отдельные территориальные либо социальные образования, их осведомленность в вопросах обращения с ТКО можно рассматривать в контексте общей ситуации, характерной для конкретного населенного пункта. Этническое население Бурятии к малочисленным коренным народам севера не относится.

### Сколько пластика попадает в озеро Байкал?

Полных статистических данных по образованию пластиковых отходов в прибайкальской зоне не существует, но можно дать приблизительные оценки, исходя из общих данных. Количество ТКО на одного жителя Иркутской области (35.7% населения ЦЭЗ) и РБ (64,3% населения ЦЭЗ) составляет 3,1 м<sup>3</sup>/год и 8,0 м<sup>3</sup>/год соответственно, при среднем показателе по России, составляющем 2.4 м<sup>3</sup>/год (27), и при средних показателях уплотненности ТКО, составляющих 190 – 220 кг/м<sup>3</sup>. Среднее время нахождения туриста на Байкале составляет 6-7 дней. Исходя из этих данных, общее количество ТКО, образующееся в ЦЭЗ, можно приблизительно оценить в 980 тысяч м<sup>3</sup> в год, из которых 90% приходятся на долю местного населения, проживающего в ЦЭЗ круглогодично, и 10% – на долю туристов. В массовом эквиваленте этот показатель составит 190-220 тысяч тонн. Доля местного населения, вероятно, несколько преувеличена из-за того, что жители сельской местности в среднем производят меньше отходов, чем жители мегаполисов, формирующие основную статистику. Доля туристов, напротив, предположительно занижена, так как из-за ошибок метода может быть недооценен размер туристического потока. Особенно это касается туристов, прибывающих на автомобилях на участки побережья, не являющиеся ООПТ и, соответственно, не имеющие систем фиксации. Автомобильные поездки на озеро весьма популярны у жителей Иркутской области и Бурятии. Необходимо учитывать, что из-за сезонности поток отходов, произведенный туристами, может сильно изменяться в зависимости от времени года. Отмечено (18), что в с. Турка количество отходов, образующихся в летнее время, в четыре раза превышает аналогичные зимние показатели. Это связано именно с работой гостевых домов и баз, где в летнее время присутствует большое количество отдыхающих.

Преобладающая часть отходов, попадающих в систему обращения ТКО в обоих регионах, не сортируется: отходы либо вывозятся на оборудованные полигоны,

расположенные в Иркутске, Улан-Удэ и Гусиноозерске, либо, в ряде случаев, оседают на местных площадках временного накопления, представляющих собой по сути свалки. Необходимо отметить, что с 2019 года по мере реализации мусорной реформы, ситуация меняется: местные свалки постепенно закрываются и ликвидируются, основной поток ТКО направляется на оборудованные полигоны. Имеющиеся полигоны близки к заполнению, но при этом запущены процессы проектирования и строительства новых полигонов и мусоросортировочных станций: как в Иркутской области, так и в Республике Бурятия.

В большинстве общих статистических обзоров доля пластиковых отходов оценивается в диапазоне 8-16% от общего количества смешанных ТКО. В таком случае среднее количество пластика, образующегося ежегодно в ЦЭЗ озера Байкал, составляет 15-35 тысяч тонн. По существующим оценкам, 2-5% пластиковых отходов избегает захоронения и утилизации и попадает в водные экосистемы (5). Полагая, что эффективность системы обращения с ТКО в регионе вряд ли принципиально выше общемировых показателей, получаем 300-1 700 тонн, ежегодно попадающих в водные системы региона, в том числе непосредственно в озеро Байкал. Возможно, эта оценка занижена, поскольку с поступлением речных стоков в озеро могут поступать пластиковые отходы, в том числе микропластик, из зон, находящихся вне ЦЭЗ.

Процесс загрязнения водной среды пластиковыми отходами имеет значительную временную протяженность. В большинстве прибрежных населенных пунктов, в том числе там, где мусор в настоящее время централизовано вывозится, имеются многолетние свалки прошлых лет: они служат постоянным источником вторичного загрязнения окружающей среды. Свалки ликвидируются, но вряд ли их экослед возможно свести к нулю. Свалки в большинстве случаев расположены в естественных и искусственных углублениях и представляют собой залежи спрессованного мусора, имеющие толщину в несколько метров: их уборка технически сложна и оставляет широкие возможности для некачественного исполнения. Очевидно, многое определяется качеством контроля ликвидации и рекультивации свалок, но даже при самом тщательном контроле устранить многолетние залежи невозможно: пластиковые предметы частично разрушены, микропластик и вредные соединения в их составе уже перешли в почву, воздух и грунтовые воды. В истории местных свалок фиксируются регулярные возгорания, в ходе которых неизбежно происходят залповые выбросы вредных веществ.

Что касается туристов, мы предполагаем, что немалая доля произведенных ими отходов оседает в прибрежной полосе в составе стихийных свалок и попадает в экосистему в полном составе. Отходы, попавшие в систему обращения ООПТ, вывозятся на полигоны ТКО, тогда как стихийные свалки на необорудованных участках в национальных парках и вне их можно рассматривать как источники прямого загрязнения.

## Количественные показатели пластикового загрязнения озера Байкал и возможности переработки берегового пластикового мусора

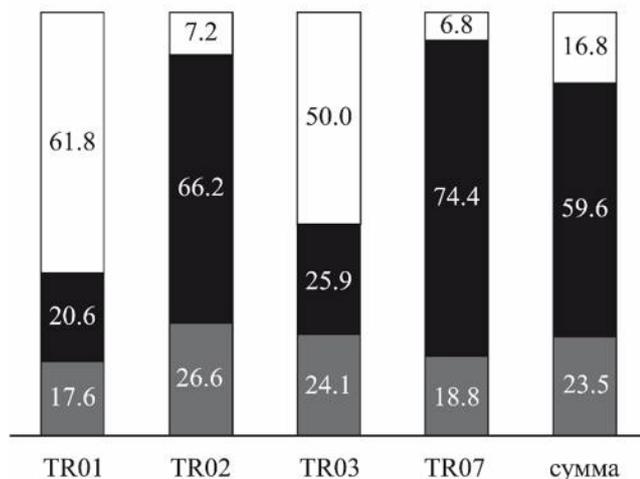
### Микропластик в поверхностных водах

Ранее нами было показано присутствие пластика в прибрежных поверхностных

водах юго-восточного побережья озера Байкал, определенным для трех станций, расположенных вблизи пос. Танхой (TR01), Новый Энхалук (TR03), г. Бабушкин (TR02) и в проливе Малое Море (TR07). Количественное содержание пластика на обследованных участках составило в среднем 42 000 частиц на квадратный километр, массовое – в среднем 6,7 грамм на квадратный километр (2), что сравнимо с достаточно загрязненными водоемами, в частности, с Канадскими озерами (3). Полученные показатели в два раза превышают концентрации микропластика, полученные для монгольского озера Хубсугул и интерпретированные авторами, тем не менее, как крайне высокие (4). Частицы, обнаруженные в поверхностном слое воды Байкала, преимущественно относились к микропластику, макро-формы были представлены единичными образцами. В составе флотирующего пластика были выявлены полиэтилен, полипропилен и полистирол – наиболее распространенные типы полимерных материалов, имеющих положительную плавучесть.

Весь обнаруженный микро-, мезо- и макропластик был нами классифицирован как вторичный, возникший при разрушении более крупных фракций; за исключением одного фрагмента, который, предположительно, относился к микросферам. Практически все частицы вторичного пластика имели следы разрушения: царапины, трещины, неровные края. Некоторые частицы были хрупкими и в процессе анализа разрушались на более мелкие фрагменты.

По форме в общей выборке частиц преобладали пленки (59.6%). Они также преобладали в пробах со станций г. Бабушкин (66.2%) и прол. Малое море (74.4%) (Рисунок 1), в которых было обнаружено наибольшее содержание частиц пластика. В пробах TR01 и TR03, с относительно малым количеством частиц пластика, преобладали волокна. Их доля составила 62% и 50%, соответственно (5).



**Рис. 1.** Процентное содержание основных форм частиц пластика в отдельных траловых пробах и в общей выборке. Цветовые обозначения: черный – пленки; серый – фрагменты, белый – волокна. TR01 – с. Танхой, TR02 – г. Бабушкин, TR03 – с. Новый Энхалук, TR07 – прол. Малое Море (2)

Обследованные в работе районы Байкала отличаются по расположению относительно возможных источников загрязнения пластиком. Участок рядом с поселком Танхой, вероятно, является в наименьшей степени антропогенно нагруженным участком из всех четырех обследованных. Поселок находится на заметном удалении от крупных городов, расположен непосредственно рядом с Байкальским заповедником и его население составляет всего около тысячи человек. В поселке Новый Энхалук численность населения еще ниже (около двухсот человек). Однако поселок является популярным туристическим местом и расположен в 20-30 км от устья реки Селенги, которая признается основным источником поступления различных видов загрязнений в озеро Байкал (1). Город Бабушкин - достаточно крупный населенный пункт в прибрежной зоне Байкала (население – 4 500 человек). Поселок Хужир и пролив Малое Море в последние годы испытывают значительный приток туристов, и являются одним из наиболее популярных туристических мест на Байкале, с активным судоходством и ежегодной посещаемостью около 600 тысяч человек. На острове Ольхон присутствуют автомобильные кемпинги, в которых нет налаженного обращения с ТБО. Как следствие, они могут служить еще одним источником пластикового загрязнения водоема.

Полученные нами значения концентраций пластиковых частиц в воде обследованных районов в целом совпадают с описанной картиной. Самое низкое количество пластиковых частиц обнаружено в пробе со станции пос. Танхой; максимальное – в пробе TR02 г. Бабушкин. Максимальная суммарная масса частиц (46.5 мг) отмечена в пробе TR07 из пролива Малое море. Минимальная – в пробе TR01 из акватории рядом с поселком Танхой.

Этих данных недостаточно, чтобы однозначно оценить распространение

пластикового загрязнения в зависимости от размеров антропогенной нагрузки и ее удаленности. Но на основе полученных данных можно предположить, что местные источники загрязнения (г. Бабушкин, о. Ольхон) вносят более значимый вклад в поступление пластика в воды прибрежной зоны, нежели удаленные, хотя и более антропогенно нагруженные фоновые источники, такие как г. Улан-Удэ и другие населенные пункты, расположенные на р. Селенга.

Разумеется, наши данные отражают локальную ситуацию по содержанию микропластика в прибрежной зоне юго-восточного побережья и пролива Малое Море. В центральной части озера и на северном Байкале показатели могут значительно отличаться: для общего понимания картины нужны дополнительные исследования.

По литературным данным известно, что одним из источников попадания микропластика в водную среду являются очистные сооружения, в стоках которых содержатся значительные концентрации микроволокон, возникающих при стирке одежды в бытовых стиральных машинках (7). Подобный источник загрязнения возможен также и в Байкале. Однако обнаруженный микропластик представлен преимущественно пленками, а не волокнами, и основная масса загрязнения представлена частицами крупных размерных категорий. Представляется более вероятным, что основная часть пластика попадает в озеро напрямую, а не через системы очистных сооружений, снабженные фильтрами. В любом случае, для оценки степени участия сбросов очистных сооружений необходимы дополнительные исследования.

Количественное извлечение микропластика из больших водоемов в настоящее время не рассматривается по техническим причинам: микропластик в составе поверхностных вод из экосистемы не выводится.

### Макропластик на береговой линии

В 2019-20 гг в рамках проекта «Умный субботник», поддержанного грантами фонда «Greengrants Fund», нами была организована экспедиция по юго-восточному участку побережья озера Байкал от южной части дельты р. Селенга (с. Ранжурово) до Чивыркуйского залива (пгт. Усть-Баргузин и Забайкальский национальный парк). В ходе экспедиции при участии учащихся и педагогов местных СОШ (2019 г.), а также силами ограниченного круга волонтеров (2020 г.) были проведены уборки береговых линий озера Байкал и речных притоков. Собранные пластиковые отходы сортировались и взвешивались, подсчитывалось количество единиц пластика, определялось их происхождение и состав. Всего было обследовано пять станций, из которых четыре были отнесены к землям населенных пунктов (сс. Ранжурово, Творогово, Сухая, пгт. Усть-Баргузин) и одна – к территории ООПТ (Забайкальский национальный парк, Чивыркуйский залив). Длина обследованных участков составляла от 65 до 719 м, ширина – от 14 до 140 м. Суммарно было обследовано 395 м и 0,031 км<sup>2</sup> прибрежной территории в дельте реки Селенга, 939 м и 0,0185 км<sup>2</sup> на побережье озера Байкал. В ходе обследования береговой линии было собрано и проанализировано 1 784 пластиковых предмета общей массой 51,0 кг суммарно на двух речных и на трех прибайкальских станциях.

Количественная концентрация пластика на береговой линии составила в среднем 1 040 ед./км на речных станциях и 1 460 ед./км в прибрежной зоне озера Байкал. Массовая концентрация составила 60 кг/км и 30 кг/км соответственно. Относительно площади

обследованных прибрежных участков количественная концентрация пластика составила 12 417 ед./км<sup>2</sup> и 74 225 ед./км<sup>2</sup> для речных и прибайкальских станций соответственно. Примечательно, что количественное содержание пластика на побережье на территории Прибайкальского национального парка, где единственным источником загрязнения выступают прибойные выносы, не отличается принципиально от средних показателей по выборке, а массовое содержание даже превышает их, составляя 800 ед./км и 50 кг/км.

Представляется корректным сравнение полученных данных с результатами исследований (4), где, кроме оценок пластикового загрязнения поверхностных вод монгольского озера Хубсугул, приводятся количественные оценки пластиковых скоплений на берегах того же озера, в том числе вблизи населенных пунктов. Если содержание пластика в поверхностных водах озера Хубсугул оказалось ниже показателей, полученных нами ранее, только в два раза, то для прибрежной полосы это различие составляет до 10 раз. В работе Free et al. было обследовано 7,8 км береговой линии и собрано 10,3 кг пластиковых отходов, массовая концентрация пластика составила от <0,2 до 5.5 кг/км. В данной работе было обследовано суммарно 1,33 км и собрано 51,0 кг пластиковых отходов, с массовой концентрацией от 20 до 160 кг/км, в среднем 40 кг/км.

В зависимости от функционального назначения все обнаруженные пластиковые предметы были разделены на 18 категорий: сигаретные фильтры, ПЭТ-бутылки, расходные сумки (пакеты), неопознанные фрагменты, крышки от ПЭТ-бутылок, одноразовая посуда, рыболовные снасти, текстиль (одежда), пищевая упаковка, оболочка сигаретных пачек, пенопласт, обувь, предметы гигиены, воздушные шары, бытовая тара, строительные отходы, техническая пленка, видеокассеты (по убыванию частоты встречаемости в общей выборке).

На речных станциях по количеству преобладали ПЭТ-бутылки (27,0%) и отдельно крышки от них (19,7%), текстиль (13,1%). По массе преобладали текстиль (27,9%), ПЭТ-бутылки (19,1%) и рыболовные снасти (17,1%). На побережье Байкала количественно преобладающей фракцией оказались сигаретные фильтры (60%), причем они были найдены преимущественно на одной станции (Усть-Баргузин). Также часто встречались пакеты (10,0%) и одноразовая посуда (6,5%). По массе преобладали рыболовные снасти (59.2%), пакеты (14,6%) и ПЭТ-бутылки (7,3%).

Характерно, что все пластиковые предметы с сохранившимися маркировками были российского производства. Ни одной единицы пластиковых (и любых других) объектов производства Монголии не было обнаружено. Разумеется, однозначный вывод об отсутствии либо присутствии и количественных показателях пластикового загрязнения со стороны Монголии требует отдельного исследования по макро- и микропластику на всем протяжении течения р. Селенга. В настоящий момент какие-либо данные, указывающие на присутствие такого загрязнения, отсутствуют, но объем имеющейся информации недостаточен, чтобы обозначить какие-либо выводы.

Среди идентифицированных типов полимеров зафиксированы 10 разновидностей материалов: полиэтилен терефталат (ПЭТ), полиэтилен низкого давления (ПНД), полиуретан (ПУ), полипропилен (ПП), полистирол (ПС), полиэтилен высокого давления (ПВД), поливинил хлорид (ПВХ), ацетилцеллюлоза (АС), акрилонитрил бутадиен стирол (АБС), латекс (по убыванию массовой доли в общей выборке).

Композитные предметы (состоящие из двух и более типов полимерных материалов – сюда преимущественно относились рыболовные сети, а также многослойная упаковка, обувь и т.д.), изделия из синтетических тканей (текстиль) и фрагменты неизвестного состава были выделены в отдельные категории.

На речных станциях по массе преобладали композит (55,3%), ПЭТ (19,0%), ПУ (7,0%), ПНД (4,1%). На прибайкальских станциях также преобладали композитные изделия (60,7%), ПНД (15,3%) и ПЭТ (7,3%). Массовая доля полипропилена и полистирола была невелика. Она составила 3,3% и 2,5% по речной и байкальской выборке для полипропилена, 1,9% и 0,9% по речной и байкальской выборке для полистирола (таблица 1).

**Таблица 1.** Распределение пластиковых отходов на прибрежных участках по химическому составу и функциональному назначению в сентябре 2019 г.

Станция	Материал		Функциональное назначение	
	По количеству	По массе	По количеству	По массе
Дельта р. Селенга	ПЭТ – 27,0% ПНД – 23,1% Композит – 19,2% ПП – 18,0% Другое – 8,6% Не определено – 4,1%	Композит – 55,3% ПЭТ – 19,0% ПУ – 7,0% ПНД – 4,1% Другое – 12,3% Не определено – 2,3%	ПЭТ-бутылки – 27,0% Крышки бут. – 19,7% Текстиль – 13,1% Сиг. пачки – 10,0% Пищ. упак. – 9,7% Другое – 17,1% Не определено – 3,4%	Текстиль – 27,9% ПЭТ-бутылки – 19,1% Рыбол. снасти – 17,1% Обувь – 16,3%  Другое – 17,9% Не определено – 1,7%
Озеро Байкал	АС – 60,0% ПНД – 12,8% ПП – 8,0% Другое – 8,3% Не определено – 10,9%	Композит – 60,7% ПНД – 15,3% ПЭТ – 7,3% Другое – 4,7% Не определено – 12,0%	Сиг. фильтры – 60,0% Пакеты – 10,0% Однор. посуда – 6,5% Другое – 14,9% Не определено – 8,6%	Рыбол. снасти – 59,2% Пакеты – 14,6% ПЭТ-бутылки – 7,3% Другое – 7,0% Не определено – 11,9%
Суммарно	АС – 46,2% ПНД – 15,2% ПП – 10,3% ПЭТ – 9,0% Другое – 10,0% Не определено – 9,3%	Композит – 58,2% ПЭТ – 12,7% ПНД – 10,2% Другое – 11,4% Не определено – 7,5%	Сиг. фильтры – 46,2% ПЭТ-бутылки – 9,0% Пакеты – 8,1% Другое – 29,3% Не определено – 7,4%	Рыбол. снасти – 39,3% Текстиль – 14,0% ПЭТ-бутылки – 12,7% Пакеты – 8,3% Другое – 18,5% Не определено – 7,2%

В общей выборке массовая доля отходов, потенциально подлежащих переработке, составила около 23%. К таковым относили предметы, относящиеся к фракциям, принимаемым сортировочными станциями либо перерабатывающими компаниями в Улан-Удэ – ближайшем крупном населенном пункте, где осуществляется РСО. К потенциально перерабатываемым фракциям относили ПЭТ-емкости, ПНД-тару и пленку, ПВД-тару и пленку. При этом только 1,5% потенциального вторсырья имели приемлемое качество: не были загрязнены либо повреждены и могли быть приняты по нашему опыту оценки с точки зрения переработчиков.

Это связано с тем, что качество вторичного сырья после пребывания в экосистеме

становится крайне низким. Для переработки обычно принимаются только очень свежие образцы, попавшие в водную среду буквально накануне субботника. Низкое качество сырья связано с воздействием окружающей среды: все предметы через короткий срок пребывания оказываются сильно загрязнены органическими отходами, они подвержены биологическому обрастанию, а также фотоокислению, в ходе которого происходит нарушение полимерной матрицы. Материал становится хрупким и непригодным ко вторичной экструзии, он легко крошится. Химические и биологические процессы деградации, а также температурные перепады, механическое воздействие волн, прибоя и движения льда приводят к фрагментации исходных объектов: они распадаются на небольшие фрагменты, утрачивают маркировки состава, что делает невозможной их сортировку. Переработчики отмечают, что фотоокисление, сильное органическое загрязнение, а также попадание в состав партии материалов иного состава приводят к производственному браку всей партии, а также авариям на линии, что делает береговой пластик крайне невостребованным вторичным сырьем, фактически – неперерабатываемыми хвостами, которые представляется возможным только переправить на полигон. «Море делает из вторичного сырья мусор».

По завершении экспедиции собранные отходы, потенциально подлежащие переработке, были направлены переработчикам либо на сортировочные станции. Доля фактически принятого вторичного сырья составила 15,9%. Для отходов, собранных на речных станциях, доля перерабатываемых материалов оказалась несколько выше (от 13,8% до 34,5%, суммарно – 25,2%), чем на байкальских станциях (от 0,74% до 17,5%, суммарно - 8,0%) (таблица 2). Это различие также можно объяснить различиями речной и озерной систем, первая является значительно менее агрессивной.

Примечательно, что при фактической приемке в Улан-Удэ приемщиками были отбракованы только отходы самого низкого качества либо с неприемлемыми характеристиками: ПЭТ-бутылки синего и кислотного цвета, ПЭТ-бутылки с большим количеством загрязнения или сильно поврежденные солнцем. Однако из этого не следует, что все сданные нами ПЭТ-бутылки смогут быть переработаны: они вошли в состав партий хорошего качества в малом соотношении. Полимерная молекула под воздействием фотоокисления нарушается, становится короче: если такого материала много - при переплавке не образуется волокно, сырье вытекает из экструдера и застывают - это брак, его отправляют на полигон. ПВД- и ПНД-пленка и тара были приняты ООО «Полимер Профи» в полном объеме, даже очень загрязненные образцы. При изготовлении полимерпесчаной плитки требования не столь жесткие, как для изготовления вторичного сырья. Однако низкое качество пленки может понижать качество конечного продукта также.

**Таблица 2.** Соотношение перерабатываемых и неперерабатываемых фракций в составе берегового пластика.

	<b>Принято к переработке</b>	<b>Неперерабатываемые отходы</b>
<b>Дельта р. Селенга</b>	<b>25,2%</b>	<b>74,8%</b>
Ранжурово	13,8%	86,2%

Творогово	34,5%	65,5%
<b>Озеро Байкал</b>	<b>8,0%</b>	<b>92,0%</b>
Сухая	17,5%	82,5%
Нац. парк	1,5%	98,5%
Усть-Баргузин	0,7%	99,3%
<b>Суммарно</b>	<b>15,9%</b>	<b>84,1%</b>

Обнаруженные нами показатели берегового загрязнения в пересчете на единицу площади суши значительно превышают показатели, полученные для поверхностных вод. Также полученные для Байкала показатели берегового загрязнения несколько выше, чем полученные нами для Терского берега Белого моря (20-40 кг/км), но при этом значительно ниже, чем установленные сильно загрязненной южной части Баренцева моря (2000 – 7000 кг/км), подверженной выносам системы течений Гольфстрим, поступающим с Северной Атлантики и Северной Европы. Тем не менее полученные результаты указывают на значимое присутствие пластика в водной системе озера Байкал.

Можно отметить, что основными источниками загрязнения служит рыболовный промысел, а также попадающие в водоем бытовые отходы повседневного использования.

Рыболовные снасти в составе загрязнения представлены в основном дешевыми сетями-«китайками». Их качество и цена крайне низкое, их почти невозможно распутать после постановки и использовать заново. Кроме того, постановка сетей строго ограничена законодательно и используют их чаще всего нелегально. Поэтому их бросают в воде после единичного использования.

В речной выборке доля неидентифицированных по назначению и составу предметов была в 2-6 раз меньше, чем в байкальской. Эти различия можно объяснить более агрессивными внешними условиями в Байкале по сравнению с речной системой: под воздействием гидродинамических волновых нагрузок, а также явлений, связанных с перемещениями ледовых массивов, фрагментация и разрушение предметов происходит активнее, в процессе теряются маркировки и другие признаки, по которым можно классифицировать объект.

Береговой пластик не выводится из экосистемы, напротив, он может служить зоной концентрирования с риском повышенных эмиссий токсичных компонентов. Также береговой пластик может служить источником вторичного загрязнения водоема, попадая обратно в водную систему в виде исходных предметов, их фрагментов и продуктов распада при колебаниях уровня воды, под воздействием волн и ветра, в составе талых вод и дождевых стоков. Уборка берегового пластика представляется эффективной мерой, снижающей уровень пластикового загрязнения; разумеется, только при условии его дальнейшей экологичной утилизации.

## Раздельный сбор отходов в регионе

Коммерческий раздельный сбор отходов, главным образом промышленных, осуществляется в административных центрах: в Иркутске и в Улан-Удэ; но не за их пределами. Этот рынок в его текущем формате существует с начала 2000-х годов. Идеи раздельного сбора бытовых отходов в последние пять лет приобретают значительную популярность в среде эко-активистов региона. Волонтерская деятельность главным образом развивается в крупных городах, однако имеет тенденцию к расширению, учитывая, что она транслируется в общем информационном поле и освещается на региональных экологических мероприятиях, в которых участвуют представители в том числе и удаленных регионов. В то же время для небольших прибрежных населенных пунктов и даже для всего региона РСО имеет серьезные технические, экономические и экологические ограничения, связанные со значительными расстояниями транспортировки, малыми партиями вторичного сырья и, соответственно, их высокой стоимостью и значительным экологическим следом.

## Обращение с ТКО и практика РСО в Иркутской области

Работа регионального оператора в Иркутской области

Региональный оператор в Иркутской области – ООО «РТ-НЭО», в начале реализации мусорной реформы сталкивался с проблемами, включающими неполноту базы, низкую собираемость оплаты и перебои в работе субподрядчиков. Однако в настоящее время рутинная работа регионального оператора по вывозу мусора в целом налажена, что позволяет ему заниматься проектами, направленными на развитие, а также выделять ресурс на многолетние проблемы – в первую очередь, на ликвидацию многолетних свалок в Иркутске и в области. Можно констатировать, что компания имеет запас финансовой прочности и средства, которые инвестируются в долгосрочные направления, в частности ведется строительство новых мощностей. Собственные наблюдения не позволяют назвать работу регионального оператора идеальной – во время экспедиции в сентябре 2020 года мы неоднократно наблюдали переполненные баки на площадках Шелехова и Иркутска, также о них можно регулярно читать в отзывах абонентов, но в целом складывается впечатление, что основной объем работ выполняется.

В настоящее время в городе и области проводится сбор смешанного ТКО, направляемого на полигоны, но в перспективе региональный оператор намерен внедрять практику РСО. По итогам 2020 года на территории Зоны 2 (Юг) Иркутской области было 163 КП для раздельного сбора отходов которые расположены в городах: Иркутск, Ангарск, Шелехов и Усолье-Сибирское. В текущем году будет введено еще около 100 КП в г. Иркутске в Ольхонском районе. Проводится активная работа с населением, с нашей стороны происходит поддержка волонтерских организаций и регулярное информирование о важности раздельного сбора. (33)

Полигон ТКО г. Иркутск функционирует с 1963 года, имеет площадь 42 гектара и расположен на 5-м километре Александровского тракта. Полигон принимает ежегодно 2.5 млн м<sup>3</sup> отходов, к настоящему моменту накоплено более 37 млн м<sup>3</sup> отходов (29). По существующим оценкам, полигон находится на грани заполнения, его функционирование ограничено сроком в один-два года. На полигоне используется стандартная схема захоронения отходов: мусор разравнивается, прессуется и сверху закрывается слоем

земли. Производится регулярный мониторинг загрязнения почвы и воздуха, а также грунтовых вод.

По официальной информации, в области начато строительство новых полигонов, мусоросортировочных станций и мусороперерабатывающих заводов. Идет строительство крупного мусороперерабатывающего завода на территории полигона ТКО г. Ангарск, строительство инвестирует региональный оператор. Планируется, что завод будет запущен в 2022 году. Он позволит сортировать до 70% отходов в зоне Юг Иркутской области и в перспективе снизить объем размещаемых на полигоне отходов до 50% (28).

В состав комплекса войдет завод по переработке органических отходов. Это будет один из крупнейших в России комплексов по обработке отходов. Приоритет данного проекта - возврат вторичного сырья в хозяйственный оборот. В качестве альтернативы сжиганию органических отходов планируется использовать технологии компостирования органических фракций с последующим использованием грунта для выращивания саженцев деревьев для целей лесовосстановления.

В соответствии с планами регионального оператора, запуск полного перерабатывающего комплекса должен снизить существующие негативные аспекты нахождения полигона ТКО в Ангарском городском округе:

- снижение объемов размещения отходов на полигоне до 50%
- снижение эмиссии свалочных газов на 80%
- снижение образования фильтрата на 72% (33)

Строится полигон ТКО в ЦЭЗ БПТ в Слюдянском районе. Его планируемая мощность составляет 60 000 м<sup>3</sup> в год, мощность сортировочной станции - 50 000 тонн в год. Финансирование осуществляется за счет государственной программы Иркутской области «Охрана окружающей среды» на 2019-2024 годы. Также строится мусоросортировочный комплекс в Иркутске. Суммарно планируется запустить объекты по сортировке отходов в Иркутске, Ангарске и Слюдянке общей мощностью 500 000 тонн отходов в год, что позволит обрабатывать 75% отходов (31).

Необходимо учитывать, что подобные процессы весьма долгосрочны и не всегда соответствуют заявленным исходно. Так, строительство мусороперерабатывающего комплекса в Иркутске было приостановлено уже после завершения первого этапа строительства, поскольку только на этом этапе выяснилось, что движение мусоровозов будет создавать риски санитарно-эпидемиологического благополучия жителей ближайших домов. Было принято решение о переносе строительства на новую площадку. Очевидно, запуск предприятия, который был запланирован на 2021 год, был отсрочен. Отмечается, что строительство двух других мусоросортировочных комплексов, расположенных в Ангарске и Слюдянке, продолжается, хотя из-за пандемии есть задержки при поставке оборудования. Согласно плану продолжается строительство полигона ТКО в Слюдянском районе.

Обработка заявленных 75% отходов и изъятие для переработки 50% отходов – очень высокий показатель, характерный для стран с более благоприятными условиями (высокая плотность населения, малые расстояния) и с развитой системой РСО, например, Нидерландов. В то же время очевидно, что подобные показатели могут быть достижимы только при условии исходного разделения РСО на фракции, в первую очередь – при условии отделения влажных органических отходов от остального потока, а также изъятия стекла, во избежание формирования стеклобоя при транспортировке. Поэтому

реализуемые проекты тем более подразумевают внедрение РСО и повышение его качества.

В прибрежных населенных пунктах, относящихся к Иркутской области (Листвянка, Большое Голоустное, Слюдянка и пр.) РСО на постоянной основе не производится, действия регионального оператора ограничены вывозом смешанных отходов. **Транспортировка вторичных ресурсов до ближайших пунктов приема вторсырья и (или) переработки экономически нерентабельна в связи с большими расстояниями (33)**

#### Коммерческие заготовки вторичного сырья

В Иркутске существует несколько компаний-заготовителей, формирующих и реализующих коммерческие партии вторичного сырья. Собранное вторсырье отправляется на переработку в другие регионы, как правило – в крупные индустриальные центры в западной части страны, удаленные территориально.

Очевидно, переработка вторичного сырья на месте имеет значительно меньший экослед. В Иркутске существуют производства плитки и других полимерпесчаных изделий (ООО «А-Профиль» и др.) Также в Иркутске работает ООО «Стандарт» - производство по переработке пластмасс, на котором производятся вторичные гранулы, а также линейка товаров народного потребления, изготовленных из вторичных материалов. Благодаря деятельности ООО «Стандарт» и производителей полимерпесчаных изделий помимо стандартных фракций: ПЭТ (маркировка 1), ПВД-пленки (маркировка 4) и ПНД-тары (маркировка 2), в Иркутске возможен прием менее востребованных фракций: ПНД-пленки (маркировка 2) и отходов полипропилена (маркировка 5) (13). На заводе "Иркутский пенопласт" принимается на переработку крайне сложный вид вторичного сырья - пенопласт (вспененный полистирол, маркировка «б»)

#### Волонтерские акции по сбору вторичного сырья

В Иркутске существует команда эко-активистов, которые проводят волонтерские акции по сбору вторичного сырья у населения, а также мастер-классы и интернет-занятия, популяризирующие РСО, ответственное потребление и эко-привычки. Интерес к РСО возрастает в Иркутске, по наблюдениям нашего консультанта (9), начиная с 2016 года. Первыми акциями по сбору вторсырья были акции городского неофициального сообщества @eco.irk, созданного эко-активисткой, научным сотрудником НИИ Биологии ИГУ Дарьей Бедулиной. Изначально они были направлены на сбор только пакетов, но потом спектр принимаемого вторсырья был расширен. Вокруг волонтерского актива сформировалось семейство эко-бизнесов - экомгазины, экотакси. Компания по заготовке вторсырья «ВторРесурс» возникла и развилась благодаря поддержке сообщества. Сейчас в их пункт приёма ежедневно приходит порядка десяти человек.

Акции по пакетам выступили триггером для привлечения внимания экологических организаций и волонтеров к РСО. Наиболее масштабные мероприятия в настоящее время организуются иркутским благотворительным фондом «Подари планете жизнь». Ежегодно фонд проводит цикл акций «Скажи мусору нет!» по приему вторичного сырья продолжительностью в две недели. Акции проводятся не только в Иркутске, также организуются выезды в удаленные населенные пункты области. Программа, реализуемая в 2021 году, включает 32 населенных пункта Иркутской области, в том числе находящиеся на побережье озера Байкал (Слюдянка, Бугульдейка, Сарма, Сахюрта). В ходе акций принимаются стандартные виды вторсырья: макулатура, алюминиевые банки, батарейки и

аккумуляторы, стеклянная тара, пищевые продукты в приюты для животных, одежда для нуждающихся, а также пластик с маркировками 1, 2, 4, 5 и зубные щетки. Дополнительно на отдельных акциях, обычно в Иркутске и в близлежащих населенных пунктах на юге области принимается ПНД-пленка (маркировка 4) и пенопласт (маркировка 6). Фонд проводит школьные программы по сбору вторичного сырья, они состоятся дважды в год. По словам нашего консультанта (13), в ходе ежегодной акции удастся собрать 20-33 тонны вторичного сырья, из которых около одной тонны приходится на пластик. Основную долю собранного пластика составляют ПЭТ-бутылки (маркировка 1) и ПНД-тара (маркировка 2). Доля ПВД- и ПНД-пленки невелика, она составляет всего 20-30 кг. Собранное вторсырье направляется непосредственно иркутским переработчикам, главным образом в ООО «Стандарт». В ходе школьной программы количество собранного сырья еще больше – около 100 тонн за год, основную долю ее составляет макулатура. Пластик также собирают, но его доля крайне незначительна.

В августе 2021 года Дарья Бедулина вместе с фондом «Подари планете жизнь» впервые запустили прием нового сырья – упаковок «тетрапак». В Иркутске этот вид сырья не принимают, и, по словам организатора акции Дарьи Бедулиной, возникли проблемы с его дальнейшей переработкой: эко-проект «Собиратор», принимающий тетрапак в Москве и в Санкт-Петербурге, отказался принимать посылку с иркутской партией из-за неоднозначного баланса углеродного следа, тогда как организаторы акции уверены в экологичности цикла (9). Автор также испытывает сомнения, учитывая, что при переработке упаковок «тетрапак» используются только целлюлозные волокна, в то время как полиэтиленовая составляющая упаковки отбрасывается в качестве «хвоста» и отправляется переработчиком на полигон, являясь в дальнейшем источником пластикового загрязнения.

Администрация и комитет по благоустройству городской среды тоже поймали волну, запущенную активистами. Наталья Петрова, активист сообщества @eco.irk, разработала дизайн экоурн по РСО, и по всему Иркутску поставили около 60 таких урн, которые эффективно работают.

По данным интернет-опросов, проводимых (9) в сообществе @eco.irk, интерес населения к теме РСО растет. В инстаграм-аккаунте сообщества 9300 подписчиков, в опросах участвует порядка 500 человек. В настоящее время 98% участников опросов сортируют вторсырье. В 2019 году эта цифра была порядка 60%. Есть гостиницы на Байкале и в Аршане, которые внедрили отдельный сбор после ознакомления с материалами сообщества в инстаграме.

По оценкам заготовителей (15), вторичное пластиковое сырье, собираемое в Иркутске, составляет около 270-280 тонн в месяц и представлено преимущественно тремя фракциями: ПВД-пленкой (стрейч-пленка, 200 и более тонн), ПЭТ-бутылками (50-60 тонн) и ПНД-тарой (канистры, ящики; около 20 тонн) (Таблица ). Преобладание ПВД-пленки обусловлено тем, что данная фракция является распространенным расходником, используемым при промышленной упаковке и транспортировке (стрейч-пленка), а потому аккумулируется в больших объемах, в то время как ПЭТ-бутылки представляют собой потребительский продукт.

Представленные данные касаются города Иркутск и связаны с загрязнением озера Байкал лишь косвенно в двух аспектах. Во-первых, на иркутский полигон поступают отходы с других муниципальных образований, в том числе расположенных в ЦЭЗ БПТ. И во-вторых, культура обращения с отходами иркутян напрямую распространяется на

побережье озера Байкал, поскольку значительная часть туристического потока (на остров Ольхон – около 20%) представлена именно жителями Иркутска и области (8).

В области действует НКО «Мой Байкал», проводящая регулярные выездные акции по уборке прибрежных территорий, а также с недавних пор – экодесанты, то есть переговоры с местными жителями, администрацией, активистами по вопросам внедрения РСО. Изначально акции НКО «Мой Байкал» начинались в районе пролива Малое Море и пос. Хужир, однако в настоящее время география акций значительно расширена. В августе 2021 года организация запланировала обширную программу в Бурятии (Сухая, Оймур, Дубинино, Энхалук, Дулан). Программа включает не только субботники, но и серию лекций, мастер-классов, игры и командные занятия, а также мобильные точки по РСО у населения. В ходе акций также собираются значительные объемы отходов, которые сортируются и по возможности отправляются на переработку. Так, по итогам экодесанта 2021 г. в Ольхонском районе было собрано и вывезено 1236 кг вторсырья, из них 72% составила макулатура, 22% - стекло, 5% - пластик, 0,5% - металл, 0,2% - батарейки и провода. Самой тяжелой единицей вторсырья оказалась советская стиральная машина с массой 40-45 кг (26).

## Обращение с ТКО и практика РСО в Улан-Удэ и в Республике Бурятия

Работа регионального оператора в Республике Бурятия

Региональный оператор по обращению с ТКО Республики Бурятия – ООО «Эко-Альянс». Ситуация с региональным оператором с самого начала реализации мусорной реформы остается напряженной. В анамнезе организации - смена руководства, мусорный коллапс, сопровождаемый скандалами в СМИ и обвинениями в коррупции, когда более чем на месяц прекратился вывоз мусора сразу в нескольких регионах (25). Автор не имеет возможности оценить правомерность многочисленных обвинений, но в любом случае вряд ли можно считать Бурятию простым и привлекательным объектом для работы в сфере ТКО.

Республика Бурятия представляет собой огромную территорию с низкой плотностью населения и большим количеством населенных пунктов, разделенных значительными расстояниями. Значительная доля населенных пунктов расположена в ЦЭЗ БПТ, где размещение отходов запрещено и имеющиеся многолетние свалки назначены к ликвидации и рекультивации. В удаленных населенных пунктах сбор базы данных абонентов сопряжен с техническими сложностями. Все эти факторы, усложняющие задачи обращения с ТКО, в Иркутской области менее критичны. Население Улан-Удэ – самого крупного города республики, в два раза меньше населения Иркутска: при этом именно крупный город обеспечивает основное поступление средств. Доходы населения в Бурятии в целом ниже, чем в Иркутской области, доля городского населения – также ниже.

Все эти факторы обуславливают сложности, с которыми до настоящего времени сталкивается региональный оператор. До сих пор случаются перебои с вывозом даже обычных смешанных отходов и проблемы с субподрядчиками, осуществляющими вывоз, отмечается низкая собираемость платежей со стороны населения и юридических лиц. В этих условиях идеи централизованного внедрения РСО, являющиеся практикой более дорогостоящей, особенно вне административного центра, выглядят роскошью, хотя и присутствуют регулярно в обсуждениях и планах.

В Улан-Удэ существуют две мусоросортировочные станции, они имеют мощности 40 тысяч тонн (350 тысяч м<sup>3</sup>) в год и 80 тысяч тонн (700 тысяч м<sup>3</sup>) в год (30). На памяти нашего проекта, с 2019 года было как минимум два пробных пуска одной из станций, однако впоследствии она была закрыта. По имеющимся данным, в настоящее время в две смены из трех функционирует одна из станций, имеющая меньшую мощность. В прессе отмечается, что в случае работы двух станций они могли бы обрабатывать почти 90% отходов города Улан-Удэ, в настоящее время идущих на полигон. Однако не уточняется, что после прохождения сортировки отнюдь не все отходы могут отправляться на переработку.

По оптимистичным оценкам, перерабатываться могут до 50% ТКО, при условии исходного разделения органических остатков и «сухого остатка», а также полной выборки всех фракций. Органические остатки не только приводят в полную негодность отходы бумаги – наиболее ценное вторичное сырье, они также служат источником гниения и выделения свалочных газов, что увеличивает опасность работы персонала на мусоросортировочных станциях и негативные эффекты на полигоне. Стекло при транспортировке бьется, возрастает опасность ручной сортировки, предусмотренной на станции. Стеклобой малопривлекателен для переработчиков. Сортировка пластика по типам, необходимая для дальнейшей комплектации партий, также малореальна в случае загрязнения органическими остатками.

Нужно учитывать, что не все виды вторичного сырья, востребованные в средней полосе, могут быть реализованы в условиях Улан-Удэ из-за значительной удаленности от промышленных центров: эта проблема упоминалась ранее для упаковки «тетрапак». В случае использования смешанного мусора выход вторичного сырья составляет не 50%, он значительно скромнее. По сути, удастся выбирать только самые востребованные фракции (металл, стекло). Бумага портится, выборка пластика сложна и в лучшем случае ограничена ПЭТ-бутылками. В таких условиях в лучшем случае будут выбраны 10-20% обработанных отходов, их них пластик составит незначительную часть, причем эти данные посчитаны для завода с высокой степенью автоматизации. В Улан-Удэ, где основу сортировки составляет ручной труд, этот показатель может быть еще ниже.

На сегодня в республике есть четыре полигона общей мощностью 205,7 тыс. тонн. Как и в Иркутской области, отмечается их переполненность. Для решения проблемы региону требуется строительство и ввод в эксплуатацию 16 полигонов ТКО отходов общей мощностью 210 тыс. тонн (30).

Также на Байкальской природной территории (БПТ) в Республике Бурятия расположено 492 свалки, которые назначены к ликвидации. На них хранятся более 3 млн тонн отходов. "Из них 62 свалки с общей массой 600 тыс. тонн находятся в границах Центральной экологической зоны БПТ и на особо охраняемых природных территориях", - уточнили в министерстве. Минприроды Бурятии предлагает построить семь полигонов ТКО, в первую очередь в 2021-2022 годах предусмотреть финансирование строительства полигонов ТКО в Улан-Удэ, затем - в поселках Селенгинск, Турунтаево, Хоринск, Курумкан. По данным на декабрь 2020 г, действующие в Бурятии мусорные полигоны и свалки могут вместить 975 тыс. тонн отходов. При этом только за год в республике образуется около 321 тыс. тонн мусора, в том числе в Улан-Удэ – около 150 тысяч тонн. (24)

Самый крупный лицензированный полигон региона расположен в Улан-Удэ вблизи поселка Вахмистрово. Количество отходов, поступающих на него, в летнее время

составляет в среднем 2,5 тысячи тонн в день, зимой – в несколько раз меньше. Захоронение на полигоне, так же, как и в Иркутске, включает послойное уплотнение отходов тяжелое техникой и пересыпание слоями грунта. На полигоне иногда отмечаются возгорания, особенно весной, однако близость пожарной службы позволяет контролировать ситуацию. Практикуется минимальный выборка вторичного сырья сотрудниками полигона, однако вряд ли в отбираемые фракции входит пластик (19).

Помимо Улан-Удэ, существует лицензированный полигон ТКО в Гусиноозерске (за пределами ЦЭЗ БПТ). До недавних пор, еще в 2019 году, активно использовалась свалка в Селенгинске, недалеко от побережья озера Байкал. Еще в 2019 году туда свозились не только местные отходы, но и отходы всего Кабанского района. В настоящее время информация о состоянии свалки из разных источников расходится. По одним источникам, отходы направляются на официальные полигоны, а свалка официально закрыта, планируется ее ликвидация. По другим данным, отходы из других районов продолжают поступать в Селенгинск. При этом все источники сходятся на том, что свалка находится в плохом состоянии и причиняет постоянное беспокойство местным жителям, а проезд на нее рискован из-за плохой дороги.

#### Коммерческие заготовки вторичного сырья в г. Улан-Удэ

В Улан-Удэ также существует коммерческий РСО и представлены компании-заготовители вторичного сырья. Самая крупная компания – ООО «Чистый Город», имеющая ряд лицензий на утилизацию опасных отходов и тесно сотрудничающая с МБУ "Комбинат по благоустройству г.Улан-Удэ", осуществляющим эксплуатацию полигона ТКО. Компания имеет восемь постоянно действующих пунктов приема вторичного сырья. Также сбором вторичного сырья занимается ООО «Эко-Транс», специализирующаяся преимущественно на макулатуре и на наиболее востребованных фракциях пластика. В Улан-Удэ в качестве вторичного сырья, помимо стандартных видов металла, стекла и макулатуры, принимаются ПЭТ-бутылки (1), ПНД-тара и корзинки (2), ПВД-пленка (4), литые изделия из полипропилена (5), обрезки оконного ПВХ-профиля (3). Компания Эко-Транс на добровольных началах обеспечивает логистику и забор вторичного сырья, собранного на волонтерских акциях. По словам (20), они могли бы собирать также упаковки тетрапак, но из-за удаленности региона стоимость отправки партии превышает ее стоимость, вырученную у конечного переработчика.

#### Волонтерские акции по приему вторичного сырья в г. Улан-Удэ

В г. Улан-Удэ существует команда эко-активистов, представленная сообществом «Будущее Земли зависит от тебя». Актив сообщества проводит акции, занятия по экологичному образу жизни, ведет эко-уроки и организует игровые мероприятия для детей в учреждениях дополнительного образования. Ежемесячно, за исключением эпидемиологических ограничений, в Улан-Удэ проводятся волонтерские акции по сбору вторичного сырья у населения, организованные силами сообщества. В ходе акций собираются стандартные фракции: макулатура, стекло, металл, пищевые отходы, вещи, а также несколько видов пластика: ПЭТ-бутылки (1), ПВД- и ПНД-пленка (4 и 2), ПНД-тара (2), аккумуляторы и батарейки. Эти фракции направляются в сортировочные либо перерабатывающие компании Улан-Удэ. В августе также был запущен сбор зубных щеток и полипропиленовых изделий (тара, пленка), которые были направлены на переработку в Иркутск.

В таблице 3 приводится состав вторичного сырья, собранного по итогам четырех акций, проводившихся в 2019 и в 2021 годах. Видно, что в сравнении с 2019 годом, количество сдаваемых отходов увеличилось, невзирая даже на ограничения пандемии. Основную долю собираемого вторсырья неизменно составляет макулатура, доля пластика также значительна и составляет в среднем около 18% по массе (16).

Таблица 3.

Тип вторсырья (кг)	сентябрь 2019	апрель 2021	май 2021	август 2021
Стекло	-	26	1148	817
Картон	-	66	550	170
Прочая макулатура	571	167,5	430	710
Пищевые отходы	-	-	80	110
ПЭТ-бутылки	68	36	169	203
ПНД- и ПВД- пленка	150	60	500	530
ПНД- и ПВД- тара	14	-	-	17
Полипропилен	-	-	-	62,5
Другое			20	2327,5
Пластик	232	96	669	750
Всего	803	355,5	2897	4947

Отмечается, что многие участники акций приносят только пакеты, а другие фракции самостоятельно сдают в пунктах приема ООО «Чистый город». Пакеты востребованы только на производстве полимерпесчаной плитки, не имеющей пунктов приема. Собранное сырье сортируется участниками акций и волонтерами и направляется на склад компании «Эко-транс» либо «Полимер-профи», для комплектации партий вторичного сырья либо переработки соответственно.

В Улан-Удэ в нескольких точках компанией «Чистый город» установлены баки для приема ртутных ламп. Лампы, частично разбитые, в баках присутствуют, так же как и другой мусор. Установить частоту и качество обслуживания баков нам не удалось.

В городе действует постоянный пункт приема отработанных батареек, организованный эко-активистами. Собранные батарейки направляются для переработки в Челябинск.

#### Экологические инициативы в Республике Бурятия

Интерес к теме РСО и частные инициативы, направленные на рациональное потребление, существует во многих прибрежных населенных пунктах.

В ходе проведения проекта «Умный Субботник» в селе Турка мы познакомились с местной учительницей биологии Е.В. Зуенко: помимо организации школьных субботников и уроков эко-просвещения, она в своем личном хозяйстве собирает

отработанные батарейки и компостирует органические отходы в маленькой вермиферме с использованием калифорнийских червей.

В пгт. Усть-Баргузин местный предприниматель за свой счет установил на главных улицах поселка несколько баков для отдельного сбора пластикового вторсырья с весьма грамотно составленной инструкцией. В принадлежащем ему магазине принимают отработанные батарейки - в торговом зале стоит бокс. Также он приобрел пресс для собранных отходов для дальнейшей отправки в Улан-Удэ на сортировочные базы. В баки принимают ПЭТ-бутылки, ПНД- и ПВД-флаконы, алюминиевые банки - то, что имеет смысл увозить и можно сдать в Улан-Удэ.

Весьма активные действия, направленные на развитие осознанного потребления, предпринимаются в Северобайкальске. Школьный эко-отряд «Волки» под руководством педагога И.С. Воробьева, существующий на базе МАОУ ДО «Школа туристической и экологической подготовки» реализовал в городе целый ряд программ, направленных на развитие осознанного потребления и эко-просвещения. Учащиеся проводили мастер-классы по пошиву эко-сумок, делали массовое анкетирование и проводили акции по отказу от одноразовых пакетов среди местных жителей, устанавливали эко-боксы для батареек и вторичного сырья в городе. Участники эко-отряда активно участвуют в общероссийских конкурсах по экологической тематике, регулярно получают президентские гранты на реализацию экологических программ (10).

В то же время, по нашим наблюдениям авторы инициатив, связанных с отдельным сбором, в большинстве случаев теряют мотивацию из-за объективных технических и экономических сложностей. Так, в Северобайкальске инициативы школьников по организации отдельного сбора в собственной школе и в городе прекратились после того, как местный предприниматель, планировавший вывоз вторичного сырья в качестве коммерческой деятельности, признал затею нерентабельной и отказался от проекта, после чего волонтерская организация РСО потеряла смысл. В других прибрежных населенных пунктах организаторы РСО также сталкиваются с основной проблемой – высокой стоимостью и сложностями организации вывоза вместе с малыми объемами партий, не представляющими интереса для переработчиков.

#### Переработка вторичного сырья в г. Улан-Удэ

В г. Улан-Удэ существуют компании, осуществляющие переработку вторичного сырья на месте. Ситуацию с подобными производствами можно проследить на примере ООО «Полимер Профи», которая занимается изготовлением тротуарной плитки и ряда других изделий из полиэтилена – это одна из двух компаний в Улан-Удэ, работающих в этой сфере. «ПолимерПрофи» - местная компания, работающая на российском оборудовании. При очень малых объемах производства обеспечивает 35% продукции из вторсырья, производимой в Республике Бурятия (12).

В производстве может использоваться не только ПВД-пленка (маркировка 4, принимается во многих пунктах), но и ПНД-пакеты (маркировка 2, они не плавятся и у переработчиков мало востребованы, заготовители в Улан-Удэ их не принимают). Также на плитку берут ПНД-тару (2, канистры и пр., принимаются повсеместно), черные ящики-фруктовки, изготовленные из низкокачественных материалов, и даже б/у медицинские бахилы с резинкой (позиция, невостребованная у заготовителей).

Ведутся эксперименты по добавлению в плитку гораздо менее востребованной у переработчиков ПП-пленки и мягкой ПВД-тары.

Существуют ограничения по составу сырья. Для изготовления плитки требуется в основном прозрачная ПВД-пленка, которую принимают повсеместно. Она хорошо плавится, в такой расплав можно добавлять красители, делать оранжевую или красную плитку. ПНД-пленка ухудшает качество плитки, она получается более ломкая, поэтому ее можно добавлять только в малой пропорции по отношению к термопластичному полимеру. Окрашенный материал (цветные пакеты, канистры и т.п.) дают продукцию только темного цвета (12).

Тем не менее производство поглощает вторсырье и обеспечивает отсрочку в появлении мусора. Объемы принимаемого вторсырья также ограничены. Ограничены они не количеством сдаваемого вторсырья, а невысоким спросом на полимерпесчаную плитку. Ее цена до трех раз превышает стоимость обычной цементопесчаной, поскольку производство более энергоемкое и сложное. «Полимер-Профи способен принимать до 15 тонн вторсырья в месяц - при наличии одной линии, и при наличии сбыта количество линий может быть увеличено. Однако же в действительности предприятие наоборот недогружено на 50% и фактически работает несколько месяцев в году. Поставки в соседние регионы не имеют смысла, так как там существуют свои производители. При этом город Улан-Удэ производит около 75-100 тонн подходящего сырья в месяц. Запасы полиэтиленовой пленки могут быть также выбраны на переполненном полигоне Улан-Удэ.

Объемы перерабатываемого сырья можно было бы увеличить небольшим административным усилием. В настоящее время ввиду дефицита средств на предприятии отсутствует реклама. Отсутствует представленность продукции в местных хозяйственных гипермаркетах. Чтобы ознакомиться с продукцией, покупатель должен самостоятельно заехать в промышленную зону в районе Силикатный, расположенную далеко от центра, с сообщением по дороге плохого качества. Компания принимает все пакеты, собираемые волонтерами – эти пакеты впоследствии не попадают в Байкал, и это могло бы быть хорошей рекламной фишкой, которую несложно было бы организовать при содействии местных СМИ. Проблема с заходом в гипермаркеты могла бы быть легко решена местной администрацией.

Примечательно, что другая компания, ООО «Республиканский центр переработчиков отходов», выложила 20 м<sup>2</sup> плитки в центре города по муниципальному заказу. Эта работа широко освещалась в прессе. В случае признания свойств плитки удовлетворительными предполагалось масштабирование на другие тротуары города. Пробные работы были апробированы в декабре 2019 г, о конечном результате не сообщается (23).

Мы встречали неоднозначные отзывы о качестве полимерпесчаной плитки от потребителей. Достоинство - она не скользит, даже мокрая и заледеневшая, и не такая твердая, как цементопесчаная, на нее менее больно падать - поэтому ее кладут в детских садах, например.

Но некоторые владельцы отмечают, что ее более сложно мыть - из-за шероховатости грязь застревает на поверхности, не получается смывать шлангом. Также она более капризная с точки зрения техники укладки - нужно обеспечить ровный и более мягкий подлежащий материал, четко соблюсти расстояния – установить "крестики" между соседними плитками. Это может оказаться крайне критично, если укладкой занимаются не слишком квалифицированные рабочие. Упоминали, что полимерпесчаная черепица, нагреваясь на солнце, может деформироваться и быть источником неприятного запаха. Полиэтилен, как любой синтетический полимер, при воздействии ультрафиолета и

нагревания разрушается, выделяя токсичные вещества. Плитка является конечной стадией переработки, повторно она не используется; в процессе использования она неизбежно истирается в микропластик, который переходит в окружающую среду.

Еще одна перерабатывающая компания в г. Улан-Удэ, ОАО «Республиканский мусороперерабатывающий завод» («РМЗ»), занимается переработкой автомобильных покрышек, изготавливая из них резиновую крошку нескольких размеров. Основным сырьем выступают покрышки от тяжелой техники, поступающие с нескольких крупных горнодобывающих предприятий региона. Покрышки от легковых автомобилей у населения также принимаются. Руководство компании отмечает, что предприятие не является убыточным именно благодаря договорам с крупными горнодобывающими компаниями, такими как Тугнуйский разрез, которые привозят значительные объемы отработанных покрышек тяжелой техники и оплачивают их утилизацию. Покрышки легковых автомобилей, принимаемые у населения, являются менее привлекательным сырьем - в них содержится мало резины, остается значительная доля неперерабатываемых хвостов. Технологи отмечают, что особенно неэффективна переработка дешевых китайских покрышек. Сырье, принимаемое у населения, в отличие от юридических лиц, завод оплачивает сдающим (комплект из четырех легковых колес оценивается примерно в 50 рублей). Этим зачастую пользуются небольшие компании, не желающие оплачивать утилизацию и сдающие покрышки на правах частных лиц. Тем не менее на настоящий момент предприятие успешно функционирует. На выходе получается резиновая крошка, которая реализуется и используется для герметизирующих напылений, в качестве добавки в асфальт, для покрытий спортивных площадок, беговых дорожек, футбольных полей и т.п. Также остаются неперерабатываемые отходы, отправляемые на полигон (боковые части покрышек, текстильный и металлический корд). Руководство предприятия отмечает, что все покрышки, выбрасываемые жителями Улан-Удэ, могут быть переработаны и реализованы усилиями «РМЗ», но содержание точек приема в городе делает весь цикл коммерчески невыгодным. Переработка имеет смысл, только если они будут поступать без дополнительных затрат со стороны завода (11).

Переработка покрышек, строго говоря, не относится к проблеме пластикового загрязнения и приводится здесь для полноты картины, связанной с РСО в городе.

## Свалки

Свалки есть практически в каждом населенном пункте: обычно они возникают на месте оврагов и карьеров, имеют многометровую толщину и служат постоянным источником вредных веществ и вторичного загрязнения окружающей среды отходами. На свалках регулярно отмечаются пожары с залповыми выбросами токсичных соединений.

Федеральным законом №94-ФЗ «Об охране озера Байкал» установлены строгие ограничения на размещение ТКО в пределах ЦЭЗ БПТ. Постоянное или временное размещение отходов в ЦЭЗ запрещено, что ставит существующие свалки вне закона и не позволяет местным администрациям использовать какие-либо меры по их обслуживанию. Это привело к многолетнему скоплению мусора на необорудованных свалках.

**В границах ЦЭЗ БПТ выявлено 56 свалок на площади 24,4 га объем отходов 533,9 тыс. м3 (33)**

В целом можно констатировать, что несмотря на сложности в работе регионального оператора, с момента начала действия мусорной реформы ситуация со свалками во многих местах приобрела положительную динамику.

В период с 2012 г. по 2017 г. в рамках целевой программы “Защита окружающей среды Иркутской области” и ведомственной целевой программы Ольхонского района “Места размещения бытовых отходов и санитарной очистки Ольхонского района в 2012 году” силами “РТ-НЭО Иркутск” совместно с ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» на Южном побережье Байкала, со стороны Иркутской области, было ликвидировано 90% известных свалок. За 5 лет на санкционированные полигоны было вывезено более 570 000 м<sup>3</sup> отходов.

Крупнейшая свалка в ущелье “Волчья падь”, Ольхонского района, занимала площадь около 140 000 м<sup>2</sup>., а вблизи поселков Новоснежная и Мурино, Слюдянского района, было обнаружено более 30 несанкционированных свалок.

Для того, чтобы представить масштаб работ, стоит отметить, что только для вывоза мусора со свалки “Волчья Падь”, на санкционированный полигон, с помощью самосвалов, потребовалось сделать более 3 000 рейсов.

Таким образом были ликвидированы крупные несанкционированных свалки на территории:

Ольхонского района:

- остров Ольхон,
- п. Еланцы,
- д. Куреть,
- п. Бугульдейка,
- с. Онгурен,
- ущелье «Волчья падь»

Слюдянского района:

- п. Мурино
- п. Новоснежная

Помимо ликвидации свалок, силами “РТ-НЭО”, в проблемных районах, была создана инфраструктура по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Для решения данного вопроса РТ-НЭО разработал и реализовал план по созданию инфраструктуры по обращению с ТКО. Была оборудована площадка временного накопления мусора на острове Ольхон, установлены контейнеры для сбора отходов в Ольхонском районе и созданы пункты приема вторичного сырья в Ольхонском районе.

На этом работы по очистке побережья Байкала не закончились. “РТ-НЭО Иркутск” разработал план комплексных мероприятий согласно которому до 2024 года будут полностью ликвидированы свалки в прибрежной зоне Байкала – в Ольхонском, Иркутском, Слюдянском районах, а также созданы важные объекты инфраструктуры, такие как новый полигон ТБО и мусороперегрузочная станция в Слюдянском районе (33)

В Республике Бурятия процесс ликвидации свалок в последние годы также запущен. Ситуацию можно рассмотреть более подробно на примере трех населенных пунктов: с. Турка, пгт. Усть-Баргузин и г. Северобайкальск.

#### *Свалка в пгт. Усть-Баргузин*

В 2019 году мы посетили свалку пгт Усть-Баргузин. Усть-Баргузин – крупный по байкальским меркам поселок, с населением около семи тысяч человек, удаленный от центра – он расположен в 280 км от Улан-Удэ. Имеющаяся там свалка находится на въезде в поселок всего в нескольких километрах от береговой линии реки Баргузин вблизи его впадения в Байкал. Количество накопившегося там мусора оценивается в 180 тысяч тонн. На полигоне росли кабачки и цветы из выброшенных семян, постоянно что-то горело, обитали стаи собак и маргинальные люди, складывавшие себе шалаши из горбыля – отходов многочисленных лесопилок района. Колючая проволока и лес, окружающий свалку, были заполнены разлетающимися полиэтиленовыми пакетами. Весной едкий дым от пожаров регулярно накрывал поселок. В таком виде мы застали свалку в 2019 году. Она имела полулегальный статус площадки временного накопления отходов, туда свозились все отходы поселка.

По нашим данным, в настоящее время полигон закрыт, предприниматель ИП Д.С.Тонконогов из г. Улан-Удэ выиграл конкурс на его рекультивацию. Исполнитель давно известен на мусорном рынке Бурятии, регулярно выигрывает конкурсы на обслуживание прибрежной территории. Его репутация неоднозначна, однако по заверениям местных жителей, в настоящее время техника работает, снят верхний слой отходов, отходы вывозятся – вероятнее всего, в Гусиноозерск, и исполнители гоняют местных, которые пытаются по привычке свозить отходы на старую свалку. По условиям конкурса предусмотрена полная выемка и рекультивация. Это непросто: свалка расположена на месте искусственного углубления, глубина слежавшихся отходов – 3-4 метра. Согласно контракту, работы должны быть выполнены до ноября 2022 года.

#### *Свалка и вывоз ТКО в с. Турка*

В с. Турка, расположенной в 165 км от Улан-Удэ, с населением 1450 человек, мы также были в 2019 году. В селе существует мусоросортировочная станция и пресс: на станции вручную выбираются фракции, которые не позволяют спрессовывать отходы (металл, стекло), они вывозятся отдельно. Сортировка нужна только для обеспечения возможности прессования; пластик из отходов не выбирается. Спрессованные отходы отправляются на полигон в Улан-Удэ либо в Гусиноозерск.

За чертой села присутствует старая заброшенная свалка на месте бывшего карьера. Старая свалка была ликвидирована в 2020 году и зарыта, на ее территории планируется посадить лес. Эко-активисты г. Турка сомневаются в том, что выемка была осуществлена полностью, поскольку свалка была расположена на месте карьера, имеющего значительную глубину, а работы были проведены весьма быстро, но проверить это не представляется возможным (18).

#### *Свалка и проблемы с вывозом мусора в г. Северобайкальск*

Северобайкальск – один из самых крупных населенных пунктов в ЦЭЗ, его население составляет 23 тысячи человек. В то же время Северобайкальск не имеет автомобильного сообщения с Улан-Удэ, тяжелой и сезонной грунтовой дорогой через перевалы он связан с Иркутском. Северобайкальск расположен на линии БАМа, ближайшим к нему пунктом на транссибирской магистрали является станция Тайшет. По сути, это крайне изолированный населенный пункт. В Северобайкальске имеется старая свалка, не имеющая легального статуса. проблема запахов, загрязнения и бродячих животных также стоит крайне остро.

Она не обслуживается техникой и подвержена регулярным возгораниям. На нее до сих пор свозятся отходы города и ближайших населенных пунктов, поскольку иных альтернатив нет. Насколько нам известно, процесс ее ликвидации еще не запущен; из-за транспортной удаленности он окажется крайне дорогостоящим (10)

## Эффективность раздельного сбора в Иркутской области и Республике Бурятия

В таблицах 4 и 5 приведены обобщенные данные о количестве ТКО, образующегося в Иркутской области и в Республике Бурятия, а также объемы коммерческих заготовок и волонтерских акций по приему вторичного сырья.

**Таблица 4.**

	Смешанные отходы	ПЭТ-бутылки	ПЭ-пленка	ПНД-тара
Всего, Иркутская область (29 и мн. др.)	680 тысяч тонн	нет данных	нет данных	нет данных
Всего, г. Иркутск	около 180 тысяч т	нет данных	нет данных	нет данных
Заготавливается всего (Иркутск) (15)	нет данных	600 т	2400 т	240 т
Волонтерские акции (Иркутск и область, фонд "Подари планете жизнь" и др.) (13, 26)	120-133 т	1 т	0,02-0,03 т	

**Таблица 5**

	Смешанные отходы	ПЭТ-бутылки	ПЭ-пленка	ПНД-тара
Всего, Республика Бурятия (30, 24 и мн. др.)	321 тысяча т	нет данных	нет данных	нет данных
Всего, г. Улан-Удэ	120-150 тысяч тонн	0,9 тысяч тонн	0,9 тысяч тонн	нет данных
Волонтерские акции, Улан-Удэ (16, 22)	35 тонн	1,8 т	4,4 т	0,07 т

Ввиду отсутствия надежной системы по сбору данных приведенные цифры могут содержать ошибки и должны рассматриваться как справочные, отражающие порядок величин. Например, мы полагаем, что количество пластиковых фракций в общем составе ТКО в Улан-Удэ, определенные по итогам работы мусоросортировочной станции, несколько занижены (32), тогда как объемы пластика, собираемые коммерческими компаниями-заготовителями, наоборот завышены. Масса ТКО часто рассчитывается из объема с помощью усредненных коэффициентов, что изначально дает значительную

погрешность. Тем не менее приведенные данные показательны для понимания общей картины.

Так, для Республики Бурятия в общем потоке ТКО доля наиболее востребованных фракций пластика составляет не менее 1,3%, из них доля ПЭТ-бутылок – не менее 0,6% (по данным анализа мусоросортировочной станции Улан-Удэ). При этом в ходе волонтерских акций собирается менее 0,01% от общего количества ТКО города Улан-Удэ и менее 0,005% от общего количества ТКО. Доля ПЭТ-бутылок, собираемых коммерческими компаниями-заготовителями, составляет 0,2% от ТКО Улан-Удэ и около 0,1% от общего потока ТКО республики.

В Иркутской области доля вторичного сырья, собираемого в ходе волонтерских акций, составляет около 0,1% и 0,02% общего объема ТКО Иркутска и Иркутской области соответственно. Доля пластика, собираемого коммерческими компаниями-заготовителями, составляет 1,8% и 0,5% от общего объема ТКО г. Иркутск и Иркутской области соответственно, что можно рассматривать как достаточно высокий показатель, куда входит не только ТКО, но и, в большей степени, промышленные отходы – преимущественно, отходы ПВД-пленки.

Коммерческие заготовки включают практически исключительно отходы, образующиеся в черте крупных населенных пунктов. Расстояния представляют серьезные ограничения в вопросах сбора вторичного сырья в регионах.

Например, при транспортировке отходов в Улан-Удэ из удаленных пунктов Баргузинского района, имеющего автомобильное сообщение, дальность транспортирования от площадок накопления отходов до компаний, осуществляющих прием вторсырья, составляет около 300 км. При таком расстоянии и отсутствии промежуточных площадок накопления для населения это обойдется дороже, чем передача несортированного ТКО региональному оператору. По приблизительным расчетам для усредненного состава ТКО, и при условии, что все фракции рассортированы и спрессованы для уменьшения объема, стоимость доставки вторсырья до принимающей компании окажется в четыре раза выше, чем усредненная стоимость, вырученная при сдаче вторсырья, и в три раза выше, чем стоимость передачи региональному оператору несортированного ТКО. Подобная схема будет иметь также высокий экослед в связи с транспортировкой. Вероятно, логистическая схема может быть оптимизирована силами регионального оператора посредством введения дополнительных пунктов хранения и накопления и оптимизации транспортных потоков. Но в любом случае вторичное сырье будет иметь высокую себестоимость и соответствующие ограничения: рентабельными окажутся лишь наиболее дорогостоящие фракции. Неизбежно остается проблема перерабатываемых отходов.

Складирование на полигонах, даже при условии принятой практики их обслуживания, сложно назвать окончательным и оптимальным решением для пластиковых отходов. Уплотнение отходов и их перемешивание с грунтом снижают риски возгорания и увеличивают сроки химического разложения, но не решают проблемы эмиссии токсичных соединений в почву и грунтовые воды. Этот фактор на полигоне становится даже более критичным, учитывая высокую степень концентрирования и большие объемы отходов, скапливающиеся в одном месте. Например, количество ТКО, накопленное на полигоне Иркутска, составляет 37 млн м<sup>3</sup> отходов. Приняв усредненный коэффициент уплотнения ТКО 0,2 и содержание пластика 10%, получаем 740 тысяч тонн пластика. Это в несколько

раз превышает количество пластика в поверхностных водах Тихоокеанского мусорного пятна!

Фактически можно говорить о пластиковой бомбе, эффект которой для экосистемы будет стабильно поддерживаться в месте ее захоронения в течение нескольких столетий. При этом размеры пластиковой бомбы ежедневно увеличиваются. Доля отправляемых на полигон неперерабатываемых отходов в рассматриваемом регионе в настоящее время составляет почти 100%, а в случае внедрения даже максимально эффективного РСО сократится не более чем на 50%. Учитывая темпы образования и накопления ТКО, а также количественные ограничения эффективности раздельного сбора, представляется рациональным не сводить решение мусорной проблемы исключительно к организации РСО, а осуществлять ее параллельно с поиском решений по сокращению потребления, а также с внедрением технологий по экологичной утилизации неперерабатываемых отходов,

## Экологические инициативы по очистке Байкала от пластиковых отходов

В водной экосистеме пластик может присутствовать в поверхностных водах, может захораниваться на дне либо аккумулироваться на береговой линии. По некоторым данным, аккумуляция на береговых линиях может составлять значительную долю общего пластикового загрязнения (6). Пластик в составе береговых выбросов достаточно быстро деградирует до микропластика и служит источником вторичного загрязнения водной среды. В то же время береговые скопления представляют собой форму загрязнения, уборка которой является наиболее простой технически и экономически.

На Байкале крайне популярна форма береговых субботников. Широко известен волонтерский проект «360», проводимый группой компаний En+, и собирающий ежегодно тысячи волонтеров. Массовые субботники проводятся региональным отделением ВООП, учащимися ВУЗов, молодежным проектом Русского Географического общества, региональными ведомствами и т.д. Летом 2021 года в Бурятии стартовал социальный проект «Чемпионат по сбору мусора», организованный НКО «Новая Энергия» и энтузиастами авиазавода г. Улан-Удэ. Ежегодно на побережье озера Байкал проводятся береговые уборки проекта «Праздник Чистоты», чьи результаты были описаны ранее.

### Наш опыт проведения береговых уборок

В ходе проекта «Умный Субботник» мы проводили субботники с учителями и учащимися местных школ (2019 г), а также с ограниченным составом волонтеров (2020 г). Проведение береговых уборок со школьниками само по себе не было нашей инициативой: это стандартная практика, проводимая во всех школах ежегодно, как правило в сентябре. Собранные отходы отправляются на мусорные площадки в виде смешанных отходов, попадая в дальнейшем на полигоны ТБО, в том числе в водосборном бассейне озера, и сохраняя те же экологические эффекты, которые имел бы береговой мусор.

Наша идея заключалась в том, чтобы не просто собрать мусор с участием местных волонтеров, но и привлечь их к сортировке мусора, определить основные источники и типы загрязнения, разделить их на «Сдадимы» и «Несдадимы».

Как было показано ранее, с точки зрения выделения вторичного пластикового сырья и снижения экологического следа отходов береговые уборки показали свою низкую эффективность из-за низкого качества берегового пластика. Полученный результат имеет положительный эстетический эффект (мусор удаляется с байкальского берега, вид которого он, очевидно, портит) но нулевой либо отрицательный эффект экологический, в зависимости от того, размещается ли он на оборудованном полигоне либо на местной свалке, с более высокой степенью концентрирования и риском возгорания, чем на берегу. Вывоз мусора с побережья также имеет свой экослед, довольно значительный, учитывая большие плечи подвоза.

Но, справедливости ради необходимо отметить, что это касается именно пластиковых отходов, а также отходов бумаги (макулатуры). Более востребованные виды вторичного сырья, такие как металл или стекло, в составе береговых загрязнений в общем случае могут быть переданы на вторичную переработку. В то же время стекло и металл, хотя и представляют механическую опасность, биологически и химически более инертны, чем пластик, и могут присутствовать в экосистеме без значимого вреда для нее.

В то же время, по нашим наблюдениям, формат умного субботника (уборка с последующей сортировкой и анализом) может иметь хороший эко-просветительский эффект. Сортировка на берегу позволяет отлично визуализировать береговое загрязнение. Участники очень хорошо видят сравнительные объемы отходов, составляющих основную часть загрязнений. На наглядном примере гораздо проще объяснить, почему не стоит покупать влажные салфетки и тем более использовать их в качестве расходной гигиенической бумаги. Это пластик, с огромным сроком разложения, их неприятно собирать, и они образуют значительные скопления на берегу Байкала, не являясь при этом предметом необходимости, особенно на природе. Не привозить на берег и не выбрасывать эти салфетки было бы гораздо проще, чем убирать их – к такому выводу пришли все наши волонтеры. На Умных субботниках во время сортировки приходится наблюдать огромные скопления полипропиленовой пищевой упаковки, утилизация которой представляет сложность: в качестве вторичного сырья она очень мало востребована. В конечном итоге, участие в умных субботниках позволяет визуально оценить присутствие в природе всех видов отходов наглядно: после такого опыта отношение к ним в своей потребительской корзине изменяется автоматически, и решения о сознательном потреблении принимаются гораздо легче.

Еще один важный вывод: время сортировки берегового мусора значительно дольше, чем время собственно уборки. Для многих фрагментов невозможно определить состав, так как при взаимодействии с окружающей средой они теряют маркировку, хотя, возможно, относятся к перерабатываемым фракциям. Например, разделить полипропиленовую и ПНД-пленку, емкости из ПНД или полистирола, литые изделия из ПНД или ABS без маркировки зачастую невозможно; в то же время эффективность переработки напрямую зависит от качества сортировки. При сортировке на берегу наглядно видно, насколько портится вторсырье от пребывания на природе: многие перерабатываемые материалы приходится отбраковывать в «несдадимы», потому что они сильно загрязнены или повреждены. Важный вывод, который стал очевиден всем нашим участникам: имеет смысл только исходная сортировка отходов потребителем сразу после использования, когда фракции попадают на переработку чистыми и новыми. После их пребывания на

природе эффективность сортировки на порядки ниже. Этот вывод несложно распространить на сортировку отходов на конвейере мусоросортировочной станции.

Важно отметить, что эффект экологического просвещения удается получить у мотивированных волонтеров, которые уже имеют представления, хотя бы базовые, об ответственном потреблении и участвуют в проекте сознательно. Волонтеры «первого созыва», даже прослушавшие предварительную лекцию, и особенно уже имеющие опыт обычных субботников, как правило настроены на другой сюжет: побыстрее и побольше набрать мусора, сфотографироваться с мешками и уйти домой. Для увеличения эффективности необходима команда координаторов, которые будут помогать участникам правильно сортировать отходы. Также мотивацию повышает усложнение программы – введение элементов игры или конкурса, формат фестиваля и праздника и добавление культурной программы, активное освещение в соцсетях и в СМИ, подтверждающее значимость работы. В настоящее время мы рассматриваем формат Умных субботников как форму мастер-классов для продвинутых эко-активистов, требующих сложной организационной работы, но не как инструмент для очищения побережья от пластикового загрязнения.

При организации береговых субботников необходимо учитывать санитарный аспект. В составе берегового мусора часто присутствуют опасные предметы (осколки стекла, использованные шприцы, одноразовые маски и т.д.) что делает сортировку небезопасным процессом, требующим специальных средств защиты, которые тоже в свою очередь становятся отходами после проведения акций.

### Проект «Байкал без сетей» - очистка Байкала от подводного мусора

По некоторым оценкам, количество пластика, захороненного в донных отложениях, может на три порядка превышать его содержание в поверхностных водах, при этом на дне он не подвергается воздействию солнечных лучей и механическому воздействию волн, поэтому сохраняется значительно дольше, по сути - консервируется. Извлечение пластиковых отходов со дна сопряжено со значительными техническими сложностями, учитывая необходимость подводных работ, проблему заиливания и биообрастания.

Очень интересный проект «Байкал без сетей» стартовал в 2021 году. Организатор проекта - ИРЭОО «Глубина ответственности», г. Иркутск. Уникальность проекта заключается в том, что он направлен на уборку отходов, а именно – сетей, из водной среды и донных отложений. Участники проекта производят подводные погружения с экспедиционного судна, используя специальное снаряжение, и осуществляют подъем выброшенных промысловых сетей, представленных в значительных количествах в местах активного в прошлом рыбного лова. Основными компонентами сетей являются полипропиленовые и полиэфирные волокна, таким образом они должны рассматриваться как фактор пластикового загрязнения. Очистка от сетей происходит в мелководной зоне, на глубине 5-20 м. Помимо непосредственно очистки дна озера Байкал от сетей, в проекте ведется научная работа, направленная на изучение биологического обрастания и биодegradации синтетических материалов в составе сетей. В проекте участвуют сотрудники Биологического факультета МГУ и Института Океанологии РАН им. П.П. Ширшова.

В июле 2021 года экспедиционное судно проекта совершило первое пробное плавание, замкнув кольцо вокруг южной части Байкала от Листвянки до Ушканьих островов и

Чивыркуйского залива. В ходе экспедиции была отработана методика и поднято на борт несколько сетей весом около 100 кг, также размечена буями крупная сеть весом около 1.5 тонн. Ее предполагается поднять в ходе следующего рейса, после дооснащения экспедиции. Основной рейс сезона по юго-западному побережью запланирован на сентябрь 2021 года.

По словам руководителя проекта А.В. Красовского, в настоящее время на Байкале «чистыми» от сетей являются популярные дайв-сайты, где регулярно проводятся коммерческие погружения и проводятся работы по их очистке. В силу специфики рельефа сетей нет в зонах с песчаным грунтом. При этом на большей протяженности скальных свалов юго-западного побережья сети присутствуют массово.

Параллельно с подготовкой экспедиции организаторы занимаются подготовкой технических решений по экологичной утилизации поднятых сетей, что имеет не меньшее значение, чем собственно их извлечение.

Небольшие глубины в прибрежной зоне, где проводятся работы, представляют собой узкую полосу, площадь которой весьма незначительна в сравнении с общей площадью крайне глубоководного озера. В то же время именно на этой полосе сконцентрировано основное биологическое разнообразие подводных форм жизни, являясь в том числе местом обитания многочисленных байкальских эндемиков. Зоны скопления сетей нередко совпадают с местами обитания колоний эндемичной байкальской губки, фильтрационная активность которой способствует сохранению высокого качества и чистоты байкальской воды. Сети, расположенные на камнях в нерестовых зонах эндемичного бычка-желтокрылки, могут стать причиной отсутствия нерестовой активности бычка, предпочитающего открытые камни. Молодь желтокрылки, в свою очередь, входит в состав кормовой базы байкальского омуля: таким образом, загрязнение прибрежной зоны сетями может нарушать базовые трофические цепочки байкальской экосистемы. На затонувших сетях могут происходить процессы так называемого фантомного промысла, когда в них запутываются и гибнут водные обитатели. Многослойный водорослевый оброст сетей, представленный цианобактериями, способен нарушать аэрацию донной поверхности и способствовать заморным явлениям. Диффузия опасных соединений, входящих в состав синтетических волокон сетей, и ее токсикологические эффекты могут быть выражены значительно сильнее в водной среде, в сравнении с наземной, ввиду бóльшей химической проводимости водной среды и бóльшей токсикологической чувствительностью гидробионтов. Выброшенные сети дрейфуют в водной толще, представляя навигационную опасность. Ввиду вышесказанного извлечение отходов из водной толщи и из состава донных отложений может иметь гораздо большее экологическое значение, чем уборка наземного мусора. Насколько нам известно, в России данный проект единственный, направленный на очистку водной системы именно от затонувшего мусора (14).

## Экопросвещение

Ранее уже были описаны эко-просветительские программы, которые проводились сообществами @eco.irk, «Подари планете жизнь», «Мой Байкал», «Будущее Земли зависит от тебя», эко-отряд «Волки» (Иркутск, Улан-Удэ, Северобайкальск). Активность направлена на популяризацию и технику РСО, внедрение эко-привычек, организацию конкурсов и событий эко-тематики. Каждое из этих сообществ имеет паблики в

социальных сетях, с количеством подписчиков от нескольких сотен до нескольких тысяч человек, количество участников акций также составляет до нескольких тысяч человек за сезон.

Большую эко-просветительскую работу проводит АНО «Байкальский интерактивный экологический центр» в Иркутске. Центр проводит целый комплекс активностей, в том числе научно-популярные занятия по эко-мониторингу, организацию экспедиций и поездок по Байкалу, творческие мастер-классы экологической направленности (изготовление художественных изделий из вторичного сырья), игры и викторины и др. На базе Центра разрабатывается печатная продукция, выпускаются книги и эко-игры собственного авторства. Тематика посвящена разделному сбору, определению эко-следа, а также знанию природы и озера Байкал. Центр располагает собственным помещением и регулярно проводит групповые офлайн-занятия, охват его работы также составляет более десяти тысяч человек ежегодно.

У нас был крайне положительный опыт использования настольной игры «Сортируй», разработанной руководителем центра А.Огородниковой со школьниками младших классов в с. Ранжурово во время экспедиции «Умного субботника» в 2019 году. В игровой форме дети воспринимают базовые принципы раздельного сбора отходов, даже если никогда не слышали об этом ранее. Другой вопрос, что в с. Ранжурово им негде применить полученные знания, поскольку раздельный сбор в поселке отсутствует.

В том же проекте перед береговыми уборками мы проводили лекции по разумному потреблению и обращению с отходами для школьников и местных волонтеров. В ходе лекций мы рассказывали о типах отходов и способах их переработки, а также о маркировках вторичной переработки. Школьники из эко-отряда Северобайкальска, проводившие ранее собственные экологические акции, были отлично осведомлены обо всех технических деталях раздельного сбора и его организации. Также подобная практика была знакома школьникам Усть-Баргузина, где установлены частные баки для сбора вторичного сырья. Среди школьников других населенных пунктов были ребята, которые знали о типах маркировки и принципах раздельного сбора. В основном это касалось семей, где РСО практикуется и регулярно бывает выезд в Улан-Удэ, где собранные отходы сдаются во время акций. Однако большинство слушателей лекций резонно сомневались в практическом смысле подобной информации для себя, поскольку в их населенном пункте точки приема отсутствовали и по факту наблюдались перебои с вывозом даже смешанных отходов.

Школьники и жители населенных пунктов, в которых мы проводили акции, за крайне редкими исключениями не выделяли пластик в отдельный тип отходов, не интересовались химической композицией и возможными токсикологическими рисками, происходящими от пластиковой упаковки, и не задумывались о реформировании своей потребительской корзины с учетом уменьшения образования пластиковых отходов.

В поселке Усть-Баргузин мы провели небольшую экскурсию для педагогов СОШ в местный супермаркет, имеющий достаточно большой ассортимент продукции, с целью показать предпочтительные типы упаковки, которые можно сдать с учетом частных требований собственника контейнеров. Честно говоря, ассортимент местных магазинов довольно однотипен и особых возможностей для осознанного потребления не представляет. Так, хлебобулочные изделия обычно продаются в полипропиленовых пакетах, альтернативы тетрапакам зачастую нет и т.д. В Усть-Баргузине возможность сдать некоторые виды упаковки существует благодаря активности местного

предпринимателя: в ходе экскурсии мы выделили соответствующие маркировки. Но, насколько мы можем судить, разовая акция не имела значительного продолжения.

Насколько мы можем судить, для успешной практики РСО в населенном пункте должны соблюдаться два условия: должна существовать техническая возможность для приема вторичного сырья у населения, и должен существовать социальный договор о необходимости такой практики. Наиболее эффективно работает финансовое поощрение, именно оно играет ключевую роль в европейских странах с развитой системой раздельного сбора. В Сибири финансовое поощрение за сданное вторсырье организовать сложно, учитывая исходно высокую его себестоимость. Определенный эффект может оказывать ядро активистов, которые ввели бы практику в моду.

Как нам кажется, немного не хватило «критической массы» и мотивации в Усть-Баргузине. Масштабная без преувеличения деятельность местного предпринимателя затормозилась из-за низкого отклика населения.

В Северобайкальске обратная ситуация: мощное ядро активистов там есть, но технической возможности для реализации РСО нет. Школьники местного эко-отряда, как уже упоминалось, провели серию работ по популяризации раздельного сбора и эко-просвещению, организовали умные субботники, однако их деятельность по РСО закономерно затормозилась из-за прекращения приема вторичного сырья в городе, крайне удаленном и не имеющем стабильной связи с «большой землей».

В административных центрах – Иркутске и Улан-Удэ сформировались устойчивые команды эко-активистов, продвигающих экологичные привычки, организующие акции по приему вторсырья. Эти акции имеют увеличивающееся сообщество постоянных участников, однако их эффективность относительно общего потока несортированного ТКО крайне мала и не покрывает даже существующих запросов рынка вторичного сырья. Спрос на вторичное сырье в обоих центрах у заготовителей превышает поступление, и основной объем формируют коммерческие потоки сырья, а не волонтерские акции (табл. 3, 4). Рискнем предположить, что сложно ожидать положительных изменений, пока не введена в использование удобная инфраструктура приема вторичного сырья: эффективные раздельные баки в каждом дворе вместо необходимости копить отходы и нести их на акцию раз в месяц, и (или) эффективная система сортировки отходов. Разумеется, подобные решения могут воплотить только региональные операторы (на самом деле нет, им едва удастся обеспечивать вывоз смешанных ТКО), но никак не волонтерские организации.

### Эко-просвещение и сфера эко-бизнеса

В Иркутске и в Улан-Удэ есть небольшие эко-магазины, где внедряются принципы нуля отходов: отпуск в свою тару, отказ от пакетов и пластиковой упаковки, продвижение местных продуктов и т.д. Но нам ни разу не встречались подобные магазины в прибрежных поселках, даже являющихся популярными туристическими местами. Часто приходится видеть попытки администраций продвинуть принципы ответственного потребления, имеющие невысокую эффективность, связанную с использованием незапоминающихся или непонятных плакатов и малого охвата. В то же время эко-товары и эко-магазины с условным слоганом «Безопасно для Байкала» были бы востребованы и могли бы иметь высокую популярность среди туристов. Что касается местных жителей, очень важно учитывать, что продвижение осознанного потребления не должно вести к

повышению стоимости экологических магазинов или товаров, учитывая невысокие доходы в регионе.

В прибрежных населенных пунктах количество магазинов и поставщиков невелико: обычно их обслуживают один-два индивидуальных предпринимателя на поселок, и их ассортимент ограничен. От ответственности потребителя мало что зависит: выбора одинаковой продукции в различной упаковке или без нее отсутствует, потребители покупают то, что есть. В этом смысле гораздо больше возможностей имеют поставщики. Также поставщики имеют площадку для сбора и временного хранения вторичного сырья и логистическую схему для его отправки в город, где осуществляются закупки продукции. Как правило в продовольственном рейсе транспорт идет заполненный из города в поселок и порожняком – обратно; на обратном пути в пределах того же рейса может быть организована отправка вторичного сырья в город, что снижает и финансовые затраты на транспортировку, и ее экослед.

Интересный эффект могли бы иметь программы по стимулированию экологичного подхода, направленные не на потребителей, а на продавцов: налоговые вычеты или дотации, предоставляемые при условии отказа от одноразовых пакетов, практики продажи в свою тару либо использование возвратной тары, отказ от продажи одноразовой посуды, установка отдельных баков или фандоматов на базе торговых площадей, сбор и реализация вторичного сырья. В крупные поселки заходят сетевые магазины, их появление в прибрежной зоне – вопрос времени. В Усть-Баргузине уже есть супермаркет сети «Спар». Возможно, для сетевых магазинов внедрение экологических инициатив окажется проще в реализации, чем для безымянных частников, и сможет стать первой ласточкой в теме внедрения разумного потребления.

### Проблема сжигания и термического разложения пластика

В Бурятии существует довольно неоднозначная практика: при приготовлении популярного бурятского блюда буузы, чтобы они не прилипали, в специальную скороварку часто кладут полиэтиленовую пленку, чтобы буузы не прилипали. При приготовлении содержимое нагревается до 105-110С: при этом из состава полиэтилена могут выделяться и контактировать с едой токсичные вещества, такие как формальдегид и уксусная кислота. Очевидно, местные жители не в курсе подобного негативного эффекта.

В качестве наиболее простого способа избавления от пластикосодержащих отходов местные жители зачастую называют его сжигание. Многие практикуют сжигание пластика в открытом огне на собственных участках, в кострах или очагах в туристических походах или на популярных выездах на берег Байкала. Регулярно приходится находить в популярных туристических местах кострища с выброшенным в них большим количеством пластиковой упаковки, одноразовой посуды и других отходов.

В то же время информация об опасности соединений, выделяемых при горении пластика на открытом огне, достаточно легко и без возражений воспринималась слушателями наших лекций. При этом люди резонно высказывали мнение, что горение пластика постоянно происходит на необорудованных площадках временного накопления и иногда – на оборудованных полигонах. Подобное горение наиболее токсично из-за высоких концентраций пластика и низких концентраций кислорода, и более опасно, чем точечное сжигание небольших объемов. Можно сказать, что площадка временного накопления вблизи береговой линии озера Байкал – это худшее, что может произойти с пластиковыми отходами после их использования.

## Обращение с отходами на территории ООПТ

Для нахождения на территориях заповедников (Байкало-Ленский, Баргузинский, Байкальский) требуются специальные разрешения, места туристических стоянок регламентированы и приурочены к кордонам инспекторов. По нашим наблюдениям, в пределах заповедников мусор, оставленный туристами, фактически отсутствует. На кордонах есть баки, в Байкало-Ленском заповеднике они даже разделены по типам мусора (пластик, стекло, железо). Мусор из них либо вывозится по мере накопления, обычно зимой (пластик, металл), либо сжигается и закапывается (бумага, жесть, органика). Собственно, это является одним из примеров раздельного сбора в действии, с учетом местной специфики.

Инспектора регулярно убирают береговую линию в доступности от кордонов. Самым чистым местом в нашей экспедиции 2016 г. был признан пляж на острове Большой Ушканий: там мы обнаружили только одну выброшенную крышку и несколько небольших пластиковых предметов. Тем не менее пластик, выброшенный прибоем, на территории заповедников наблюдается также.

Крайне печальную ситуацию рассказали нам инспектора Байкало-Ленского заповедника. На Байкале весьма популярны круизы на больших моторных катерах. Эти катера часто не имеют разрешений на пребывание в заповедниках, тем не менее они проводят дневные высадки и пикники для туристов. После таких пикников мусор оставляют на территории заповедника. Оценить масштаб явления количественно сложно, однако только за время нашего трехдневного пребывания на кордоне Байкало-Ленского заповедника инспектор был вынужден выезжать прогонять отдыхающих дважды, при этом он сам называл операцию небезопасной.

В национальных парках режим пребывания менее строгий, ситуация с пластиковым загрязнением более сложная. В местах, где присутствуют кордоны, инспектора, и установлены баки, проблема мусора, оставленного туристами, также отсутствует. В бухте Бабушка на территории Прибайкальского национального парка, куда каждый год приезжает сложившаяся группа туристов, мусора также практически нет: там нет централизованного вывоза, но весь мусор собирают, вывозят, сжигают либо закапывают сами туристы. Сходные ситуации можно наблюдать в ряде других труднодоступных мест.

Обращение с отходами на ООПТ выглядит следующим образом.

«Заповедное Прибайкалье» располагает собственным транспортом и имеет соответствующие лицензии. Значительный объем мусора образуется на острове Ольхон – 70% посетителей Прибайкальского национального парка едут именно туда. ТКО и ЖБО с о. Ольхон вывозится логистической службой ООПТ на собственном транспорте. В районе пос. Большое Голоустное, где в 2020 году наблюдался взрывной рост посещений туристами, обращение с ТКО осуществляется в рамках трехстороннего соглашения между органами МСУ, национальным парком и региональным оператором. Отходы вывозит региональный оператор. Количество мест сбора растёт. В Большом Голоустном, на острове Ольхон установлены доп. ёмкости, можно приносить даже в лесничество.

По остальным направлениям количество ТКО невелико и вывозится в рабочем порядке.

Пресс-служба ООПТ отмечает, что культура туристов в национальном парке медленно, но растет, и серьезных проблем с отходами, оставленными туристами в местах

автомобильных съездов, сотрудники ООПТ не наблюдают. Кроме того, в национальном парке особенно часты и популярны массовые выездные субботники, «мусора на всех не хватает». «Серьёзнее вопрос с тем, что жители населённых пунктов внутри границ национального парка в силу разных причин регулярно поддерживают жизнь свалок "с историей". Например, в Большереченском лесничестве это дорога на Черемшанку, в Еланцинском - "Волчья Падь". По характеру мусора видно, что он не "туристический", т.к. это мебель, бытовые приборы крупногабаритные, обувь, одежда и т.п.) То есть люди привыкли десятилетиями выкидывать в одном и том же месте, и никакая мусорная реформа им не нужна...» (с) (8).

В «Заповедном Подлеморье» обращение с ТКО осуществляется с использованием собственной техники; организация располагает двумя специализированными автомобилями и соответствующей сертификацией. На территории ООПТ установлено двадцать площадок накопления для несортированного ТКО и пять площадок накопления, приспособленных под отдельный сбор отходов. Собранные отходы дважды в неделю вывозятся в Турку, где поступают на сортировочную площадку и далее в составе ТКО села вывозятся уже региональным оператором.

В целом можно сказать, что ограничения ООПТ дают положительные результаты для предотвращения пластикового загрязнения: тем более эффективные, чем более жесткие

### Опыт внедрения отдельного сбора отходов в ФГБУ «Заповедное Подлеморье»

Интересный эксперимент был инициирован Фондом Байкал и администрацией ФГБУ «Заповедное Подлеморье» на территории Забайкальского национального парка.

С 2019 года на территории национального парка были установлены площадки для отдельного сбора отходов: помимо стандартных категорий, были установлены баки-компостеры для органических отходов. Также была реализована программа, в ходе которой волонтеры инструктировали отдыхающих по вопросам разделения мусора, проводили его дополнительную сортировку и комплектовали партии вторичного сырья. Проводилось разделение отходов по шести фракциям (стеклобутылки белые и зеленые, банки железные и алюминиевые, ПЭТ-бутылки, ПНД-тара), из них две фракции относились к пластику. Всего за год было собрано 11 м<sup>3</sup> (1 715 кг) сортированных отходов, из них пластиковые фракции составили 8 м<sup>3</sup> (219 кг). В то же время суммарное количество отходов, собранных за год в национальном парке, составило 198 м<sup>3</sup>.

Организаторы акции отмечают, что общий объем включает как откинутые «хвосты», так и ТКО, который не сортировался изначально. Сортировать содержимое контейнеров для смешанных отходов силами волонтеров не представлялось возможным, так как для этого требуется специальная площадка и оборудование, а также примерно в десять раз больше людей. Периодичность вывоза отходов в пик сезона составляет 2-4 дня, в промежутках волонтерам удавалось просмотреть не более 10% общего объема. В основном полученное вторсырье – это вторсырье, которое изначально бросили в специальный контейнер.

Собранное вторичное сырье было доставлено на сортировочную базу ИП Нороева, далее вторичные отходы были переданы на накопительную площадку ООО «Чистый город».

Качество сортировки вторичного сырья имело отдельные неточности. Были моменты, когда зеленое стекло попадало к белому, были вопросы по бутылкам ПЭТ, но это редкость. В целом по сортировке волонтеры отработали нормально, по оценке организатора.

Определенные нарекания вызвали действия туристов. Основная проблема заключается даже не в качестве сортировки, а в проблеме органических отходов. Зачастую в отдельные баки туристы выбрасывают органические отходы. Эти отходы не только создают неблагоприятную санитарную обстановку и портят качество вторичных отходов, но и привлекают своим запахом главных местных обитателей - медведей. Присутствие медведей вблизи посещаемых мест, в свою очередь, создает непосредственную угрозу жизни гостям парка.

В 2021 году проект стал программой: практики масштабированы еще на две ООПТ - национальный парк "Чикой" (система раздельного сбора отходов уже действует там) и Прибайкальский национальный парк (пилотный пункт откроется в октябре 2021 г. на Сарайском пляже).

Организаторы проекта проводили социологическое исследование в формате анкетирования по итогам пилотного проекта в 2019 году. Исследование показало, что 82% посетителей не брали с собой вещи, которые затем выбросили бы в нац. парке, 53% пользовались контейнерами для РСО, 32% сказали, что не видели контейнеров для РСО, а 15% не пользовались ими даже при их наличии. 90% брали с собой многоразовую бутылку/тару, отправляясь в национальный парк, 74% не испытывали никаких затруднений с сортировкой мусора, находясь на территории нац. парка (пластик, стекло, металл, пищевые отходы). Респонденты отмечали, что они изначально продумывали набор вещей, еду, посуду с учетом более рационального и бережного отношения к природе парка, готовились забирать образующийся мусор с собой (17, 22).

В целом, сотрудники парка и волонтеры проекта отмечают, что с каждым годом все больше туристов, которые сталкивались с проектом в прошлом году, относятся более ответственно сортировке отходов и приобретают эту полезную привычку (28).

## Обращение с отходами на землях лесного фонда

Прибрежные территории, не относящиеся к ООПТ и населенным пунктам, отнесены преимущественно к землям лесного фонда. Обращение с ТКО на этих землях является результатом взаимодействия местного лесничества, муниципальных служб и регионального оператора. Состояние загрязнения зависит от позиции и финансовых возможностей муниципальных властей, активности местных жителей, а также от транспортной доступности, туристической активности и т.д.

Ситуацию можно проиллюстрировать на примере участка, расположенного на восточном побережье озера Байкал, между р. Десятая и с. Горячинск. Длина участка – около 20 км, на всей протяженности вдоль берега проходит трасса Баргузинский тракт (81К-001), с нее существует большое количество съездов к воде и туристических достопримечательностей местного уровня. В пределах участка расположено с. Турка. В 2008 году активисты ТОС с. Турка за счет грантовых средств изготовили и установили на участке в прибрежной зоне около 50 контейнеров для сбора мусора. Эти контейнеры

используются до сих пор, часть из них пришли в негодность, новые не изготавливаются. Официального ответа на вопрос, кто должен заниматься организацией и вывозом ТКО на подобных участках, не существует. Инструкции, по которым действуют лесничества, предусматривают устранение захламленности, но не предусматривают уборку и вывоз ТКО. Местные МУП не обязаны обслуживать зону, территориально не относящуюся к населенному пункту. Региональному оператору не с кем заключать договор на обслуживание территории.

В Турке местное МУП занимается регулярным вывозом ТКО с существующих площадок: средства выделяются благодаря активности и постоянным запросам со стороны руководства МУП из бюджетов Министерства природных ресурсов. Средства выделяются исключительно на вывоз, но не на обслуживание площадок и не на изготовление новых контейнеров. Также на участке существует проблема мусора, в значительных количествах оставляемая туристами вне площадок накопления, в местах отдыха на диком берегу. Уборка такого мусора централизовано не финансируется, вопрос решается за счет волонтерских субботников, проводимых местной администрацией и эко-активистами. Неоднозначный аспект подобных мероприятий заключается в том, что администрация и местные жители вынуждены своими силами убирать отходы, оставленные туристами, и нести связанные с проведением субботника организационные расходы. Подобная ситуация вызывает закономерное недовольство участников. Логичным решением была бы оплата расходов на вывоз ТКО самим отдыхающими, за счет, например, фиксированной оплаты за въезд на территорию отдыха, либо иные финансовые решения. Но в настоящее время подобная практика полностью отсутствует (18).

В других местах ситуация с землями лесного фонда может быть иной: где-то могут полностью отсутствовать баки и не решаться проблема вывоза, либо она может решаться более эффективно, в зависимости от местной специфики. В целом по итогам экспедиции мы оцениваем ситуацию с мусором в районе Турки как достаточно хорошую, лучше средних показателей. Мы можем объяснить это активной позицией ГОС и небольшим расстоянием от населенного пункта до границ территории.

По итогам экспедиций создается общее впечатление, что туристы ведут себя более сознательно и оставляют меньше отходов в национальных парках, чем на территориях со свободным доступом, что можно объяснить эффектом эко-просвещения, постоянно проводимого в национальных парках и, возможно, различиями контингента. В ходе субботников в местах «дикого туризма», не охваченного экологическим просвещением, мы отмечали в общей массе мусора высокие концентрации пластиковых пакетов, одноразовой посуды и влажных салфеток, оставленных отдыхающими.

## Традиции и пластик

Отдельное внимание вызывает проблема, связанная с традицией привязывать ленточки в культовых местах. Она наблюдается не только в сакральных местах, но и во всех популярных туристических точках, в местах высадки туристов, на знаковых перевалах, и практикуется не только адептами буддизма, но и многими туристами независимо от конфессии. Очень популярна эта традиция у китайских туристов. В буддистских дацанах продаются специальные ленточки, весьма внушительных размеров, изготовленные из синтетической ткани. Китайские туристы, которых мы наблюдали в 2019 году, еще до

мировой пандемии, устремлялись к деревьям на берегу с целыми пакетами таких ленточек. Наши наблюдения показывают, что этим дело не ограничивается: туристы привязывают на деревья носовые платки, носки, даже женские прокладки и медицинские маски, привязанные на деревья, встречались нам в ходе проведения береговых субботников. В с. Турка рядом с известным камнем Черепаха в августе 2020 года мы суммарно срезали с деревьев 1 кг ленточек: это соответствовало общему количеству пластика, собранного на довольно загрязненной набережной с. Турка со ста метров пляжа.

*Килограмм истрепанного выцветшего тряпья мы сняли всего с нескольких деревьев. Ствол одной маленькой пушистой лиственницы был весь туго обвязан тряпками, как мумия бинтами, но это дерево было живым. Когда оно растет, ленточки врезаются в кору, ствол деформируется, дерево погибает. Ленточками обвязывают все, что растет, в любом симпатичном месте. Ленточки треплют байкальские ветра, они разлетаются на микропластик и улетают в Байкал.*

*Буддизм. Буддизм очень трепетно относится ко всему живому. Буддизм содержит основы экологической этики: такие понятия, как карма – выражение экологической ответственности человека, ахимса – принцип ненасилия, бодхичитта – доброта и сострадание ко всем живым существам. Но эти ленточки продаются и массово закупаются в буддийских дацанах.*

*Особое впечатление произвела мантра Ом мани падме хум, отпечатанная на целой гирлянде из флажков и вывешенная на сосне. Мантра олицетворяет чистоту тела, речи и ума Будды, а также сострадание, любовь, мудрость теоретическую и практическую. Мантра призвана спасать живые существа от рождения в шести адских мирах. Чем руководствовался турист, развесивший данную мантру на живом дереве, сказать сложно, но очевидно не практической мудростью и не состраданием к живым существам. Приходится констатировать, что древняя мудрость не успевает за индустриальным исполнением. (из дневника экспедиции)*

В классической традиции ленточки должны привязываться к специальным стойкам, называемым сэргэ. Это не решает проблему микропластика, но решает проблему повреждения деревьев. Однако сэргэ установлены только в некоторых особо известных местах, в то время как ленточки вяжутся повсеместно: на перевалах, рядом с кафе на трассе, в любом месте с красивым видом.

Волонтеры нашего проекта, являющиеся практикующими буддистами, обращались к дирекциям дацанов с запросом на замену синтетических ленточек в пользу естественных материалов. К сожалению, позиция руководства дацанов состоит в том, что менять материал и соответственно поставщика не планируется, так же, как и ограничивать продажи, поскольку вблизи дацанов такой проблемы нет – там стоят сэргэ.

Пресс-служба «Заповедного Прибайкалья» отмечает, что обрезка деревьев в нацпарке происходит в популярных местах- на регулярной основе, руками сотрудников лесничеств. Устанавливаются стенды, отдел эко-опроса всегда учитывает этот момент на выездных мероприятиях в школах, проводятся разъяснения для туристов на тропах (8).

На Ольхоне недавно обновили 13 столбов - сэргэ рядом со скалой Шаманка, там сами представители шаманизма наряду с работниками национального парка проводили инструктаж для туристов, объясняя, что вязать ленточки нужно только на столбы. Впрочем, вблизи скалы Шаманка деревьев в любом случае нет, иначе там были бы ленточки тоже.

Помимо ленточек, можно отметить проблему оставления мусора туристами в знаковых местах, в первую очередь расположенных на автомобильной трассе. Так, мы наблюдали значительные скопления бытового мусора, в несколько раз превышающие его концентрации на береговой линии, рядом со стелой, маркирующей въезд в Баргузинскую долину. Значительная часть мусора была оставлена прямо в пакетах. Нет нужды говорить, что деревья поблизости были увешаны истрепавшимися ленточками.

## Основные выводы

1. Пластиковое загрязнение поверхностных вод озера Байкал оценивается в среднем в размере 42 тысячи частиц / км<sup>2</sup> или в 6.7 г/км<sup>2</sup> (для прибрежных вод юго-восточного берега). Эти показатели сравнимы с достаточно загрязненными и антропогенно нагруженными пресноводными водоемами.
2. Аккумуляция берегового пластика оценивается в 30-60 кг/км береговой линии для участка юго-восточного побережья и дельты реки Селенга. Основную массу загрязнения составляют орудия любительского рыбного лова, текстильные изделия и пищевая упаковка. Доля потенциально перерабатываемых фракций составляет около 23% по массе, однако доля материалов в составе берегового пластика, фактически подлежащих переработке, значительно ниже.
3. Скопления пластиковых отходов под водой не оценивались количественно, но они массово визуализируются во время подводных погружений: в первую очередь речь идет о рыболовных сетях.
4. Региональными операторами решаются задачи централизованного вывоза несортированного ТКО с площадок накопления на центральные лицензированные полигоны ТКО. Также в регионе активно ликвидируются незаконные свалки, в том числе в ЦЭЗ БПТ. Раздельного сбора отходов в значимых масштабах региональными операторами не производится.
5. В регионе практикуется раздельный сбор, осуществляемый компаниями-заготовителями и единичными переработчиками. Основная доля собираемых ими пластиковых отходов приходится на промышленные отходы. Доля собранного ими пластикосодержащего вторичного сырья составляет порядка 0,5% от общего потока ТКО (по данным для Иркутской области), что примерно на порядок ниже массовой доли пластика в общей массе ТКО.
6. Существует возрастающий интерес населения к раздельному сбору отходов. РСО среди населения осуществляется благодаря волонтерским программам, проводимым сообществами эко-активистов либо частными экологическими фондами. Однако их эффективность крайне невелика и составляет порядка 0,02% и менее 0,005% от общего потока ТКО для Иркутской области и республики Бурятия соответственно. Это на несколько порядков ниже массовой доли пластика в общей массе ТКО.
7. Объективную сложность при организации РСО составляет местная специфика – большие расстояния и малая плотность населения. Эти факторы обуславливают необходимость транспортировки малых партий вторичного сырья на значительные расстояния, и, как следствие, высокие финансовые затраты и высокий экослед транспортировки. По усредненным оценкам, стоимость отправки вторичного сырья

из Усть-Баргузина обойдется потребителю в три раза дороже, чем сдача несортированного ТКО региональному оператору.

8. Даже при имеющихся сложностях рынок вторичного сырья региона недогружен, спрос на него превышает предложение. При внедрении централизованных логистических решений эффективность РСО может быть повышена, однако даже в этом случае маловероятно, что поток ТКО на полигоны будет сокращен хотя бы на 50%.
9. Решение проблемы отходов возможно при условии комплексного подхода, включающего эко-просвещение, направленное на сокращение потребления, в том числе со стороны поставщиков, запрет неэкологичных товаров (одноразовая посуда и т.п.) и популяризация эко-товаров, централизованное внедрение РСО вплоть до полного насыщения рынка вторичного сырья в регионе, введение в использование финансовой ответственности туристов за вывоз поступившего от них мусора, а также разработка и внедрение экологичных путей утилизации неперерабатываемых отходов, доля которых в общем потоке составляет не менее 50%.
10. В прибрежной зоне озера Байкал весьма популярны формы субботников, в ходе которых волонтеры убирают мусор с берега. Также существует уникальный проект, направленный на извлечение из озера подводного мусора - затонувших промышленных сетей.

## Ссылки, литература

### Публикации

1. Зилов Е.А. Современное состояние антропогенного воздействия на озеро Байкал. Журн. сибирского федерального ун-та. 2013. No 6. С. 388–404.
2. Ильина О.В., Колобов М.Ю., Ильинский В.В. Пластиковое загрязнение прибрежных поверхностных вод среднего и южного Байкала. Водные ресурсы. 2021 т. 48 №1 с.42-51
3. Eriksen M., Mason S., Wilson S., Box C., Zellers A., Edwards W., Farley H., Amato S. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. Mar. Pollut. Bull. 2013. V. 77 (1, 2). P. 177–182.
4. Free C.M., Jensen O.P., Mason S.A., Eriksen M., Williamson N.J., Boldgiv B. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. Mar. Pollut. Bull. 2014. V. 85 (1). P. 156–63.
5. Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science. 2015: Vol. 347, pp. 768-771
6. Lebreton L., Egger M., Slat B. A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean // Sci. Rep. 2019. V. 9. 12922.
7. Ziajahromi Sh., Neale P., Rintoul L., Leusch F. Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. Water Research 2017. V. 112, pp. 93-99

### Личные консультации

8. Азизова Л.В., пресс-секретарь ФГБУ «Заповедное Прибайкалье»ЗТ.А. Тивикова, председатель экологической НКО «Турка», депутат районного совета по Туркинскому избирательному округу

9. Бедулина Д.С. Организатор сообщества @eco.irk, организатор первых в Иркутске волонтерских акций по отдельному сбору. К.б.н., с.н.с. НИИ Биологии ИГУ
10. Воробьев И.С., преподаватель, МАОУ ДО «Школа туристической и экологической подготовки» г. Северобайкальск
11. М.Ф. Газизянов, генеральный директор ОАО " Республиканский мусороперерабатывающий завод»
12. Зайцев А.В., генеральный директор ООО «Полимер-Профи», г. Улан-Удэ
13. Еремеева Н.С. Директор благотворительного фонда «Подари планете жизнь»
14. Красовский А.В., руководитель ИРЭОО «Глубина ответственности», г. Иркутск
15. ИП Сорока В.А. Vtorirk.ru - сбор и переработка вторичного сырья в Иркутске
16. Сурменова Ю.С. Активист движения «Будущее Земли зависит от тебя», координатор волонтерских акций по сбору вторичного сырья г. Улан-Удэ
17. Терентьева Е.В., руководитель проектов. Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований "Озеро Байкал"
18. Тивикова Т.А., председатель некоммерческой общественной экологической организации «Турка», депутат районного совета по туркинскому избирательному округу
19. Утенков С.Н., мастер полигона ТКО МБУ "Комбинат по благоустройству г. Улан-Удэ", архив актов приема ТКО
20. Шунков В.И. Соучредитель ООО «Эко-транс» г. Улан-Удэ

#### СМИ, интернет

21. Байкал и Байкальская природная территория. Геопортал «Экологический мониторинг озера Байкал» ФГБУ «Информационно-аналитический центр развития водохозяйственного комплекса»  
<http://www.baikalake.ru/about/info/>
22. Годовой отчет Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал» (2020) <https://baikalfoundation.ru/wp-content/uploads/2021/03/Godovoj-otchet-Fonda-2020.pdf>
23. Мусоросортировка по-бурятски или Черепашьи бега «ЭкоАльянса». ИА «Бабр» (2020)  
<https://www.babr24.com/bur/?IDE=196888>
24. Мусорные полигоны в Бурятии переполнятся через три года. ИА «Регнум» (2020)  
<https://regnum.ru/news/society/3138891.html>
25. Мусорный коллапс от «ЭкоАльянса» теперь и в Улан-Удэ. ИА «Бабр» (2021)  
<https://www.babr24.com/bur/?IDE=211340>
26. НКО «Мой Байкал», отчетные материалы  
[https://vk.com/mbaikal?w=wall-93149482\\_1772](https://vk.com/mbaikal?w=wall-93149482_1772) и др.
27. Оказалось, что жители Бурятии мусорят больше всех остальных россиян  
<https://www.infpol.ru/221152-zhiteli-buryatii-musoryat-bolshe-vsekh-ostalnykh-rossiyan/> ИА «Инфопол»
28. Под Ангарском началось строительство мусороперерабатывающего завода. ИА «Бабр» (2021)  
<https://www.babr24.com/?IDE=217754>
29. Подходы к отходам. «Восточно-Сибирская правда» (2017)  
<https://www.vsp.ru/2017/05/05/podhody-k-othodam/>
30. Семь полигонов ТКО планируют построить в Бурятии. ТБО: новости отрасли (2020)  
<https://news.solidwaste.ru/2020/10/sem-poligonov-tko-planiruyut/>

31. Строительство мусоросортировочной станции в Иркутске приостановлено ИА «Бабр» (2020)  
<https://www.babr24.com/irk/?IDE=206905&like=store>
32. Проблемы по всем фронтам: «ЭкоАльянс» остановил работу завода по переработке мусора. ИА «Бабр» (2021)  
<https://www.babr24.com/bur/?IDE=211698>
33. Ответ на запрос от кафедры биологии МГУ для вебинара IPEN  
19.08.2021. Пресс-служба регионального оператора по обращению с ТКО в Зоне 2-юг Иркутской области ООО «РТ-НЭО Иркутск»