

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПЛАСТИКОВЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ ИРКУТСК

Ю.Р. Файзулина, магистрант

Научный руководитель: В.А. Домрачева

Иркутский национальный исследовательский технический университет  
(Россия, г. Иркутск)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-5-1-37-41

**Аннотация.** В современном мире с каждым годом возрастает количество образующихся отходов, в частности пластиковых отходов, которые в большинстве не перерабатываются из-за несовершенства системы обращения с отходами. В данной статье проанализированы проблемы, связанные с образованием, со сбором и утилизацией отходов. Приведены расчеты, по образованию отходов и среднесуточного их накопления, а также расчеты по обоснованию необходимого количества мусоровозов для отходов пластика. Определено количество пластиковых отходов, возможных для отдельного сбора в Октябрьском районе города Иркутска. Обозначена необходимость внедрения повсеместного отдельного сбора отходов. Определены факторы, влияющие на снижение антропогенного влияния на окружающую среду.

**Ключевые слова:** отходы, пластик, пластиковые отходы, отдельный сбор, экология, утилизация отходов.

Проблема загрязнения окружающей среды коммунальными отходами является актуальной. Данная проблема рассматривается в числе особо важных экологических проблем в современном мире, данным фактором обусловлена актуальность темы исследования. На предназначенных оборудованных полигонах для захоронения и утилизации отходов с каждым годом утрачиваются свободные территории. Скопление отходов на свалках признаются источниками загрязнения атмосферного воздуха, а также подземных и поверхностных вод.

Потребительская способность населения с каждым годом имеет тенденцию к повышению, вследствие чего ведет к образованию больших объемов коммунальных отходов. Проблематика, связанная со сбором и вывозом коммунальных отходов, является крайне актуальной на данный момент во многих больших развивающихся городах на территории Российской Федерации и город Иркутск не является исключением. К важным факторам, которые влияют на решение проблемы, связанной с отходами относятся: недостаток нужного количества контейнерных площадок и мусорных контейнеров уже на имеющихся

мусорных площадках, отсутствие необходимой системы удаления отходов с контейнерных площадок, плохое исполнение обязанностей со стороны некоторых ответственных управляющих компаний. Данные проблемы можно отнести к числу основных, но также существуют и другие проблемы, которые негативно влияют на решение проблемы экологической безопасности на необходимом уровне, что в дальнейшем приводит к появлению большого количества несанкционированных свалок, влияющих на загрязнение почвы, загрязнение поверхностных и подземных вод, а также появление инфекций, опасных для населения. Отходы на несанкционированных свалках, загрязняя плодородную почву, не позволяют расти растительности, которая жизненно необходима всему человечеству.

Также нельзя не отметить важность исследуемой проблемы, обусловленной близким месторасположением озера Байкала. Выявлено, что в зоне заплеска оз. Байкал в составе отходов потребления преобладали изделия из разных видов полимеров, а в их ассортименте – упаковка из пластика, стекла, металла, картона, пригодная для вторичной переработки. Скоп-

ления отходов отмечены не только для мест с наибольшей посещаемостью, но и для труднодоступных участков побережья, куда перенос легких и плавучих компонентов мусора осуществляется ветрами, штормами, прибойными потоками [1].

В Иркутской области по данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в 2019 году образование отходов составило 754103 т., в

2020 году – 648704 т. [2]. Можно отметить снижение образования отходов за данный период на 14%, что является положительной динамикой для экологической обстановки региона.

В практической части исследования приводим расчеты, связанные с образованием отходов в Октябрьском районе г. Иркутска. Расчеты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчеты образования отходов в Октябрьском районе г. Иркутска

Вид образованных отходов	Формула расчета	Расчет
Количество бытовых отходов, образующихся в результате деятельности предприятий различных форм собственности	$M = S * m * k, \text{ м}^3/\text{год}$ где: S - обслуживаемая площадь предприятия, $\text{м}^2$ ; m - удельная норма образования бытовых отходов на 1 $\text{м}^2$ обслуживаемой площади предприятия, $\text{м}^3/\text{м}^2$ ; k - коэффициент, учитывающий расположение предприятия. [2]	$M = 0,001 * (1,157 * (124 + 220 + 358 + 6 * 100) + 1,122 * (5 * 100 + 7 * 50 + 3 * 30) + 1,067 * 53 * 25 = 3,77 \text{ м}^3/\text{год}$ $M = 65025 * 0,55 * 1,157 = 41378,65 \text{ м}^3/\text{год}$
Количество бытовых отходов, образующихся на предприятиях питания:		$M = 16687 * 2,0 = 33374 \text{ м}^3/\text{год}$
Количество бытовых отходов, образующихся в образовательных учреждениях:		$M = 50000 * 0,4 = 20000 \text{ м}^3/\text{год}$
Количество бытовых отходов, образующихся в учреждениях здравоохранения	$M = N * m, \text{ м}^3/\text{год}$ где: N - количество посещений за год, шт./год, m - удельная норма образования бытовых отходов на 1 посещение, $\text{м}^3/\text{посещение}$ (0,1 кг за одно посещение).	$M = (3015 * 365) * 0,1 = 110047,5 \text{ м}^3/\text{год}$
ТКО для объектов домовладения: жители многоквартирных домов		Годовой норматив накопления = 2,1 $\text{м}^3$ ; население = 118020 чел. $M = 2,1 * 118020 = 247842 \text{ м}^3/\text{год}$
ТКО для объектов домовладения: жители частных домов		Годовой норматив накопления = 3,15 $\text{м}^3$ ; население = 3600 чел. $M = 3,15 * 3600 = 11340 \text{ м}^3/\text{год}$
Общее накопление отходов объектов домовладения		$247842 \text{ м}^3/\text{год} + 11340 \text{ м}^3/\text{год} = 259182 \text{ м}^3/\text{год}$
Общий итоговый годовой объем накопления отходов в Октябрьском районе:		$41378,65 \text{ м}^3/\text{год} + 33374 \text{ м}^3/\text{год} + 20000 \text{ м}^3/\text{год} + 110047,5 \text{ м}^3/\text{год} + 259182 \text{ м}^3/\text{год} = 463982,15 \text{ м}^3/\text{год}$

Расчет количества отходов, возможных для селективного сбора.

Можно определить процентное содержание фракций для селективного сбора, исходя из данных морфологического состава ТКО г. Иркутска, который соответствует показателю:

Пластик – 13,4%

Согласно статистическим данным, собирается не больше 60% всех отходов для селективного сбора.

Расчет количества отходов для селективного сбора представлен в таблице 2.

Таблица 2. Расчет количества отходов для селективного сбора.

	Расчет
Пластик	$13,4\% * 463982,15 \text{ м}^3/\text{год} = 62173,61 \text{ м}^3$
60% собираемости	$37304,16 \text{ м}^3$
40% остаток на полигон	$24869,45 \text{ м}^3$

Среднесуточное накопление определяется с учетом коэффициента неравномерности. Расчеты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Среднесуточное накопление отходов.

Формула расчета среднесуточного накопления отходов	Среднесуточное накопление фракции: пластик
$Q_c = Q_r * k_1 / 365$ , где $k_1$ - коэффициент суточной неравномерности накопления мусора, равный 1,2- 1,3 [3].	$Q_c = 37304,16 \text{ м}^3 * 1,2 / 365 = 122,6 \text{ м}^3$

Расчет необходимого количества мусоровозов.

1) Предприятия по переработке пластиковых отходов в г. Иркутске. Можно выделить некоторые предприятия, занимающиеся сбором, переработкой пластика: ООО «Экополимер», ООО «Промупак», ООО «Нитек», ООО «Переработка полимеров» и так далее.

Определяем ответственное предприятие по переработке пластика. ООО «Промупак» Адрес: г. Иркутск, ул. Доржи Банзарова, 23б Расстояние составляет 14,6 км.

2) Полигон ТБО. Адрес: Иркутск, Александровский тракт 5 км. Расстояние составляет 19,1 км.

Расчеты необходимого количества мусоровозов представлены в таблице 4.

Таблица 4. Расчеты необходимого количества мусоровозов.

Обозначение формулы	Формула расчета	Расчет количества мусоровозов для пластика	Расчет количества мусоровозов для полигона	Расчет производительности мусоровоза
Формула необходимого количества мусоровозов при системе несменяемых сборников контейнерных машин при сменяемых контейнерах (n)	$n = Q_c / V k_{исп}$ , где $Q_c$ - расчетное среднесуточное накопление мусора с учетом неравномерности накопления, $\text{м}^3$ ; $V$ - производительность 1 мусоровоза или контейнерной машины за 1 рабочий день, $\text{м}^3$ ; $k_{исп}$ - коэффициент использования автомобилей в парке, равный 0,7 - 0,9.	$n = 122,6 \text{ м}^3 / 36 * 0,9 = 4 \text{ мусоровоза}$	$n = 1063,2 \text{ м}^3 / 36 * 0,9 = 33 \text{ мусоровоза}$	
Производительность работы мусоровоза за один рабочий день (В), $\text{м}^3$ , определяется числом совершаемых в рабочий день рейсов и вместимостью кузова	$V = r * C$ , где $r$ - число рейсов из района погрузки мусора в пункт приема и обратно, но в течение 1 рабочего дня; $C$ - полезная вместимость кузова мусоровоза, $\text{м}^3$ . $C = 18 \text{ м}^3$			$V = 2 * 18 \text{ м}^3 = 36 \text{ м}^3$
Формула определения числа	При прямом вывозе город-полигон/место утилизации отходов	$L_2 = 14,6 \text{ км}$ . $r = (8 - 0,45 - 5/40) / [2 + 1 + 2 \times$	$r = (8 - 0,45 - 5/40) / [2 + 1 + 2 \times$	

Обозначение формулы	Формула расчета	Расчет количества мусоровозов для пластика	Расчет количества мусоровозов для полигона	Расчет производительности мусоровоза
рейсов за рабочий день (г)	$g = (T - t_{пз} - L_0/V_0) / [t_n + t_p + 2 \times (L_1/V_1 + L_2/V_2)]$ , где $T$ – продолжительность рабочего дня, час; $L_0$ – расстояние от парка мусоровозов до центра района сбора мусора, км; $V_0$ – средняя скорость мусоровоза от базы до пункта сбора ТКО, км/ч; $t_n$ – суммарное время загрузки мусоровоза в районе сбора мусора, включая переезды от одного пункта загрузки к другому и подъезды к местам нахождения сборников, час; $t_p$ – время разгрузки мусоровоза в пункте приема мусора, час; $t_{пз}$ – время на подготовительно-заключительные операции, час; $L_1$ – расстояния маршрута мусоровоза по городу, км; $L_2$ – расстояния маршрута мусоровоза за городом (от города до полигона или места утилизации), км; $V_1$ – средняя скорость мусоровоза по городу, км/ч; $V_2$ – средняя скорость мусоровоза за городом, км/ч.	$5/40) / [2 + 1 + 2 \times (10/30 + 14,6/60)] = 2$ рейса	$(10/30 + 19,1/60) = 2$ рейса	

Правильная организация управления отходами позволит выстроить современную отрасль по переработке и утилизации отходов как источника вторичных ресурсов.

По предварительным расчетам сбора ТКО в рамках данного исследования, общее количество отходов для селективного сбора составило: пластик – 37304,16 м<sup>3</sup>. Количество необходимых контейнеров вида фракций составило: пластик – 331 шт. Количество мусоровозов для транспортировки отходов составило: 4 мусоровозов – для фракции пластик, 33 мусоровоза – полигон, для всех остальных отходов, которые не собираются отдельно. Можно констатировать, что данные показатели указывают на острую необходимость внедрения отдельного сбора отходов в г. Иркутске, что представляет основу рациональной организованной системы обращения с отходами на сегодняшний день.

На основе полученных данных, можно сделать вывод, что всеобщая рациональная организация системы отдельного сбора при участии окружающих, организованная система транспорта и переработки отходов

поможет сократить количество захороняемых на полигоне отходов, что вследствие сможет оказать влияние на динамическое снижение антропогенного влияния на окружающую среду. Раздельный сбор отходов, а также организованный контроль за управлением потоков определенных отходов смогут способствовать решению некоторых проблем в г. Иркутске, таких как: повышение положительных показателей по экологической ситуации на всей территории; выделение вторсырья в крупных объемах с последующей вторичной переработкой; снижение материальных расходов на услуги по управлению ТКО, благодаря значительному сокращению объемов отходов, которые перевозят мусоровозами на полигон и в дальнейшем подлежащие захоронению.

Для высоких показателей отдельного сбора необходима постоянная деятельность по работе с населением города, создание общедоступной информации по правильному сбору отходов для населения, а также рассмотрение снижения тарифной ставки для отдельной фракции пластика.

### Библиографический список

1. Оценка накопления отходов потребления в прибрежной зоне озера Байкал и дельте реки Селенги / Н.В. Потапская, Н.Н. Куликова, О.А. Тимошкин [и др.] // География и природные ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 62-69. – EDN VOFLSP.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». – М., 2021.
3. Временные методические рекомендации по расчёту нормативов образования отходов производства и потребления. – СПб., 1998.

## CHOOSING THE OPTIMAL PLASTIC WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE CITY OF IRKUTSK

**J.R. Fayzulina**, *Graduate Student*  
**Supervisor:** *V.A. Domracheva*  
**Irkutsk National Research Technical University**  
**(Russia, Irkutsk)**

***Abstract.** In the modern world, the amount of waste generated is increasing every year, in particular plastic waste, which for the most part is not recycled due to the established waste management system. This article analyzed the problems associated with the generation of waste and subsequent problems associated with the collection and disposal of waste. This article provides calculations related to the generation of waste and the average daily accumulation of waste, as well as calculations of the required number of garbage trucks for plastic waste. The amount of plastic waste possible for separate collection in the Oktyabrsky district of the city of Irkutsk has been determined. The need for the introduction of a widespread separate collection of waste is indicated. The factors influencing the reduction of anthropogenic impact on the environment are indicated.*

***Keywords:** waste, plastic, plastic waste, separate collection, ecology, waste disposal.*