

## Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления

В.И. Беспалов, О.Н. Парамонова  
РГСУ, г. Ростов-на-Дону

Проблема обращения с твердыми отходами потребления (ТОП) в городском хозяйстве является актуальной во всем мире. Несмотря на существование различных концепций обращения с ТОП, оптимального решения этой проблемы до сих пор не найдено. Анализ существующих систем управления отходами [1] позволил выделить следующие наиболее известные подходы к проблеме обращения с ТОП:

1. Комплексное Управление Отходами (КУО);
2. Европейская система управления отходами (дуальная система Германии и других европейских стран);
3. Концепция управления ТБО в России;
4. Принципиальная концепция сбора, удаления и переработки отходов (разработчики: Шубов Л.Я., Голубин А.К. и др.);
5. Концепция «Zero Waste» (разработчик Робин Мюррей).

Каждая из концепций предлагает различные способы обращения с ТОП, но не учитывает все аспекты этой деятельности:

- экологические (ежегодно возрастающее количество ТОП, требующее все больших площадей для размещения; разнообразие состава; загрязнение контактирующих с местами размещения ТОП сред; неприятный запах и присутствие насекомых, крыс и т.д. в местах сбора и размещения ТОП и т.п.);

- социальные (заболеваемость населения в результате воздействия последствий реализации этапов обращения с ТОП);

- технологические (необходимость применения современной техники и технологий утилизации ТОП);

- экономические (огромные статьи расходов на всех этапах обращения с ТОП);

- организационно-правовые (необходимость совершенствования законодательной базы в области обращения с ТОП) [2].

Рассмотрение каждого аспекта требует решения на каждом этапе обращения с ТОП:

1. образование
2. сбор (предполагает наличие определенных мест сбора отходов на территории населенного пункта);
3. транспортирование (вывоз с определенной периодичностью собранных отходов специально оборудованными автомобилями к местам переработки и захоронения);
4. переработка (предполагает различные способы, включая сортировку);
5. захоронение (заключительный этап, реализуемый на полигонах или свалках).

С позиций экологической безопасности городского хозяйства наибольший интерес представляет экологический аспект.

Для детального анализа воздействия ТОП на окружающую среду на каждом этапе их «жизненного цикла» мною построена физическая модель процесса загрязнения окружающей среды (рис. 1).

Построение физической модели процесса загрязнения окружающей среды проведено методом анализа параметров характеризующих элементы, участвующие в процессе загрязнения окружающей среды и которые в результате взаимодействия определяют особенности ее загрязнения.

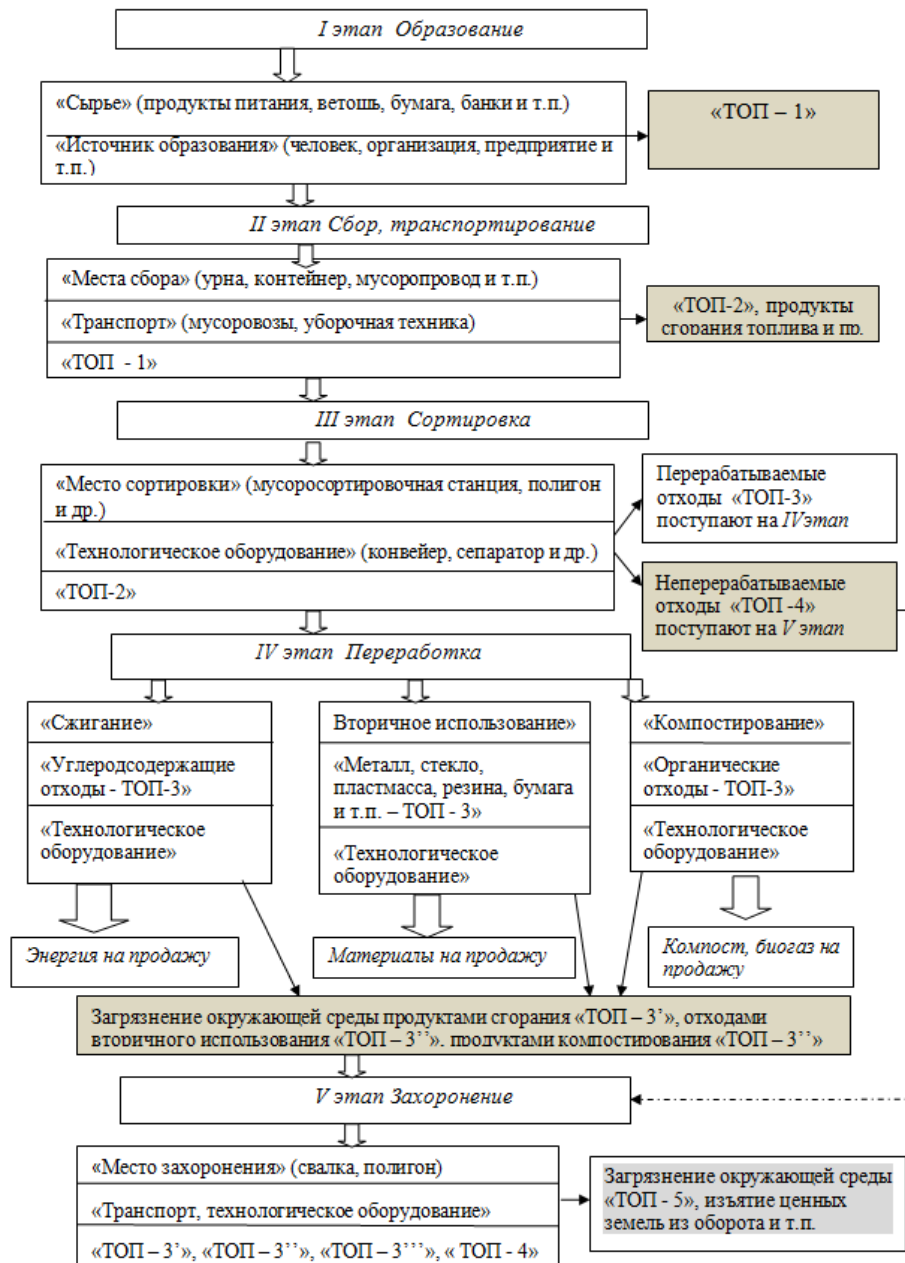


Рис. 1. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды ТОП

Сущность физической модели процесса загрязнения с учётом возможности реализации последовательно зависимых событий может быть выражена следующей формулой:

$$P_{\text{загр. ОС}} = P_{\text{обр}} \times (1 - P_{\text{трансп}}) \times (1 - P_{\text{сорт}}) \times (1 - P_{\text{перераб}}) \times P_{\text{захор}}$$

где,  $P_{\text{(загр. ОС)}}$  – вероятность реализации процесса загрязнения;  $P_{\text{(обр)}}$  – вероятность реализации этапа образования ТОП;  $P_{\text{(трансп)}}$  – вероятность реализации этапа транспортирования при условии завершения этапов образования и сбора;  $P_{\text{(сорт)}}$  – вероятность реализации этапа сортировки ТОП по фракциям при условии завершения этапа транспортирования;  $P_{\text{(перераб)}}$  – вероятность реализации этапа переработки (сжигания, компостирования, вторичного использования) по фракциям при условии завершения этапа сортировки;  $P_{\text{(захор)}}$  – вероятность реализации этапа захоронения.

Основным физическим объектом, связывающим все остальные объекты в рассматриваемой задаче, являются «ТОП». В процессе загрязнения взаимодействия с различными объектами «ТОП» изменяют значения своих параметров (плотность, связанность, сцепление, образивность, слеживаемость, влажность и др.).

В силу структурных свойств исходного сырья (продукты питания, бумага, ткань и др.) при его переработке за счёт воздействия внешних неуправляемых факторов порождаются различные фракционные компоненты, которые формируют ТОП (остатки продуктов питания, использованная бумага, ветошь и пр.). То есть в результате использования сырьевых материалов реализуется первая стадия процесса загрязнения окружающей среды – образование ТОП. Источником образования являются люди, проживающие в жилых домах различной степени комфортности, работающие в организациях, учреждениях и т.п.

Поскольку в России отсутствует сортировка мусора в местах его образования, то вторым этапом процесса загрязнения окружающей среды является этап сбора и транспортирования. Данный этап сопровождается выходом частиц ТОП из основной массы в окружающую среду. В результате происходит загрязнение территории от потерь мусора, выделяется неприятный запах в атмосферу, наблюдается неэстетический вид местности, осуществляются выбросы продуктов сгорания топлива при транспортировании, образуются отходы от эксплуатации автотранспорта и пр. Таким образом, источниками загрязнения окружающей среды на данном этапе являются места сбора ТОП и автотранспорт.

Так как ТОП на этапе сбора и транспортирования смешивается, слеживается, придавливается и т.п., то свойства их изменяются, что приводит к изменению «ТОП – 1» в «ТОП – 2».

Реализация третьего этапа осуществляется на мусоросортировочных станциях или непосредственно на полигонах. В данном случае источником загрязнения окружающей среды является технологическое оборудование, изменяющее свойства «ТОП – 2» в «ТОП – 3», а также продукты, образующиеся от его эксплуатации.

В результате сортировки выделяются различные фракции (углеродсодержащие, органические или пригодные для вторичного использования (металл, стекло и пр.)), которые в дальнейшем направляются на четвертый этап – переработку или на пятый этап – захоронение. Реализация данного этапа является наиболее важной как с экологической, так и с экономической позиции, и рассматривается во всех существующих концепциях обращения с ТОП. Однако эффективное ее осуществление зависит от эффективности реализации этапа сортировки.

Осуществление четвертого этапа приводит к изменению свойств «ТОП – 3» в «ТОП – 3'», «ТОП – 3''», «ТОП – 3'''», «ТОП – 4», которые по каким-либо причинам являются непригодными для дальнейшего использования и направляются на реализацию пятого этапа – захоронение.

Проанализировав основные объекты, участвующие в процессе загрязнения окружающей среды отходами, а также параметры, определяющие особенности этих процессов, можно заключить, что предлагаемая физическая модель представляет собой совокупность последовательных этапов взаимодействия ТОП с другими объектами, каждый из которых вступает в это взаимодействие на определенном этапе.

Особенности и характеристики этапов образования, сбора, транспортирования, сортировки, переработки и захоронения ТОП, их свойства и характер воздействия на организм человека позволили выделить ряд критериев [3], которые, на наш взгляд, необходимо учитывать при разработке инженерно-экологических мероприятий, направленных на снижение загрязнения окружающей среды:

- физико-химические свойства ТОП;
- степень экологической безопасности применяемых технологий (методов-способов-инженерных средств) обращения с ТОП;
- экономическую эффективность;
- степень экологической безопасности продукции, планируемой к изготовлению из вторичного сырья;

- степень экологической безопасности (класс опасности) образующихся отходов и др.

В настоящее время существуют различные критерии оценки, однако их либо не используют при реализации систем управления отходами, либо их использование ограничено единичными случаями. Такое применение критериев не дает в достаточной степени объективного обоснования целесообразности реализации конкретной технологии обращения с компонентами ТООП.

Таким образом, выбор и формализация критериев выбора оптимальной для заданных условий технологии обращения с ТООП обеспечит достижение общей цели различных стратегий управления отходами, будет способствовать оценке целесообразности применения выбранной технологии и позволит достичь следующих результатов:

- экологических: сокращение выбросов, сбросов, отходов, соблюдение санитарных соглашений, норм и правил, использование экологически безопасных технологий, вторичное использование ресурсов (сырье, энергия, материалы) и др.;
- социальных: обеспечение рабочими местами, развитие производственных отношений, улучшение здоровья и благополучия людей, обеспечение безопасности их жизнедеятельности и др.;
- экономических: получение финансовых результатов от реализации вторичного сырья, присутствие на рынке вторичного сырья, развитие ценовой политики, рост инвестиций в переработку ТООП, участие в создании полезных материальных ценностей, минимизация экономических рисков, повышение доверия заинтересованных сторон и др.

### **Литература**

1. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Анализ подходов к организации систем управления твердыми бытовыми отходами. Известия Ростовского государственного строительного университета. Научно-технический журнал. № 14. Изв-во РГСУ, 2011
2. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Экологические, социальные и экономические аспекты системы управления твердыми бытовыми отходами. Экология и жизнь: сборник статей XXI Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2011. – 120 с.
3. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Определение критериев выбора методов утилизации твердых бытовых отходов. Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования: сборник тезисов и статей Всероссийской конференции, г. Новочеркасск, 26-28 октября 2011 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЛИК, 2011. – 384 с