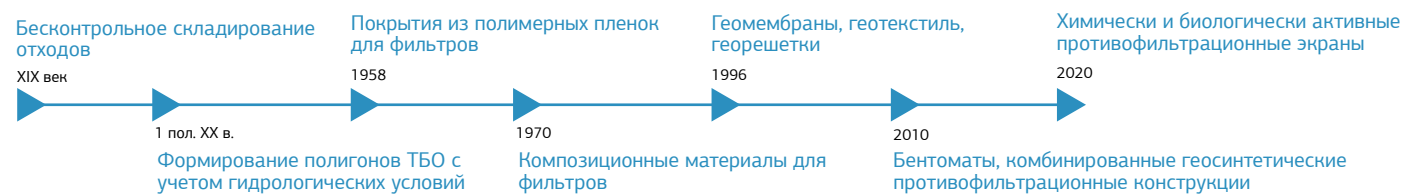


## ЭКРАНИРОВАНИЕ ГРУНТОВ ОТ СВАЛОЧНОГО ФИЛЬТРАТА

В результате просачивания атмосферных осадков и грунтовых вод на полигонах ТБО и в их окрестностях образуется свалочный фильтрат — очень токсичная жидкость с высоким содержанием патогенных бактерий и микроорганизмов. Фильтрат проникает в почву, водоемы и — самое главное — в питьевые водоносные горизонты. Если полигон ТБО размещают на высокопроницаемых грунтах (с коэффициентом фильтрации более 10 см/с), их необходимо изолировать при помощи специальных противофильтрационных экранов.

Для защиты окружающей среды от негативного химико-биологического воздействия свалочного фильтрата применяют различные изолирующие материалы. В последнее время стали переходить от использования минеральных глинистых экранов (толщиной от 0,25 см, подчас укладываемых слоями до 0,8 м) к синтетическим. Эти новые более тонкие и надежные экранирующие материалы (геомембраны, геосинтетические глинистые пленки) рассчитаны на эксплуатацию до нескольких сотен лет, легко транспортируются и укладываются по рулонному принципу с высокой скоростью, что делает их более экономичными. Развитие нанотехнологий позволит создавать сверхтонкие, сверхпрочные и сверхдолговечные экранирующие пленки, которые, к тому же, смогут впитывать и связывать фильтрат.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: ПРОГРЕСС ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ФИЛЬТРАТА СВАЛОК



### ЭФФЕКТЫ

Предотвращение попадания токсичных веществ и опасных бактерий в подземные воды.

Уменьшение экологической нагрузки, в частности риска подрыва плодородия почв и биоразнообразия водоемов и водотоков в окрестностях полигонов ТБО.

Снижение риска распространения эпидемических инфекционных заболеваний, болезней печени, выводящих систем, онкологических заболеваний.

Улучшение качества водоснабжения городов и сел за счет повышения уровня очистки подземных вод.

### ОЦЕНКИ РЫНКА

БОЛЕЕ 12%

— прогнозируемый среднегодовой темп роста рынка геомембран до 2019 года.

На **4,8 млн** тонн ежегодно сократится объём загрязняющих веществ, попадающих в грунтовые воды, в случае установки экранов на 100% площади полигонов ТБО в России. Стоимость предотвращенного экологического ущерба может превысить 200 млн рублей ежегодно.

Вероятный срок максимального проявления технологического тренда: 2035–2040 гг.

### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

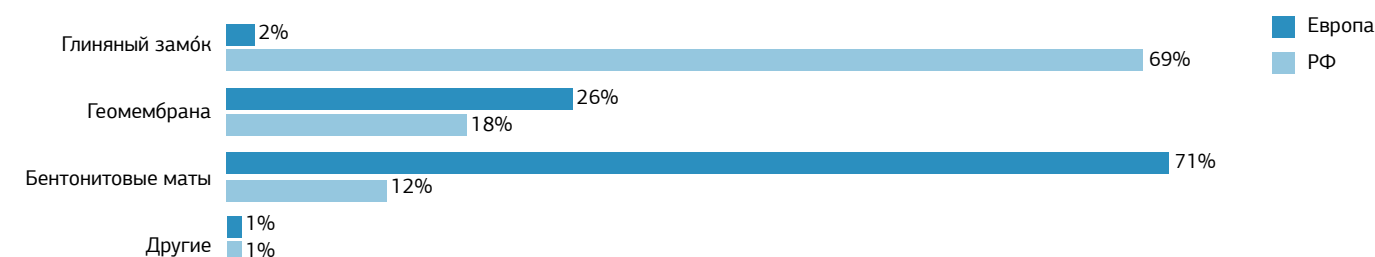
⬆️ Ужесточение нормативных требований к захоронению ТБО и контролю их соблюдения.

⬆️ Меры государственной политики, направленные на значительное повышение стоимости захоронения ТБО.

⬆️ Учащение случаев инфекционных заболеваний, связанных с низким качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения.

⬆️ Отсутствие целенаправленной политики региональных и местных властей по декриминализации и демополизации деятельности в области захоронения ТБО.

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЭКРАНИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ЕВРОПЕ И РФ, 2014 Г.



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Белые пятна»: существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ.

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ В «УМНОМ» ГОРОДЕ

Растущие стандарты потребления, распространение городского образа жизни, ускорение цикла замены бытовой техники и электроники имеют обратную сторону — увеличение объемов твердых бытовых отходов (ТБО), воздействующих негативно на здоровье человека и состояние экосистем. Для складирования отходов отчуждаются огромные площади земельных угодий, потенциально пригодных для сельского хозяйства и рекреации. Внешний вид свалок, распространяемые ими загрязняющие вещества, частые случаи самовозгорания с выделением ядовитого дыма делают их окрестности непригодными для проживания, эстетически непривлекательными.

Минимизировать негативное влияние ТБО пытаются посредством более эффективного их захоронения, сокращения площадей свалок, производства энергии из мусора, предотвращения выбросов токсичных веществ. Ведутся также разработки, позволяющие повторно использовать ценные компоненты отходов, в частности редкоземельные металлы.

В этом выпуске информационного бюллетеня представлены некоторые перспективные технологии, связанные с утилизацией отходов: технологии автоматической сортировки ТБО, технологии высокотемпературного пиролиза и технологии экранирования грунтов от фильтрата свалок.

Трендлеттер выходит 2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- **Рациональное природопользование**
- Информационно-коммуникационные технологии
- Новые материалы и нанотехнологии
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

В следующем номере:

Транспортные средства и системы

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики (issek.hse.ru) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлеттера использовались следующие источники: Прогноз научно-технологического развития РФ до 2030 года (prognoz2030.hse.ru), материалы научного журнала «Форсайт» (foresight-journal.hse.ru), данные Web of Science, Orbit, rosniipm.ru, abh-ace.be, minenergo.gov.ru, tcj.ru, svoiy-business.com, prnewswire.com и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в Институте статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ: issek@hse.ru, +7 (495) 621-82-74.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2015

Над выпуском работали:

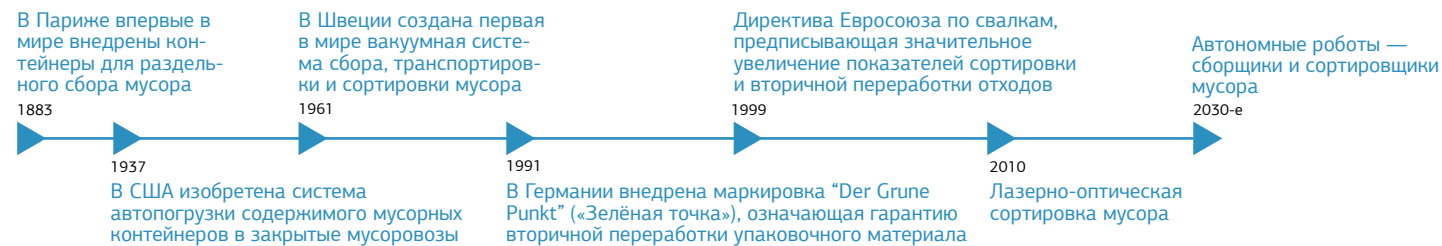
Илья Кузьминов, Ирина Логинова, Анна Соколова, Надежда Микова, Вероника Ефименко, Елена Гутарук, Ким Воронин.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СОРТИРОВКА МУСОРА

Переработка и связанная с этим процессом сортировка отходов — актуальная проблема для всех стран мира. Объемы отходов постоянно растут и угрожают не только экосистемам суши, но и Мировому океану. Принципиально ее решить можно только путем внедрения автоматизированных систем сортировки отходов, построенных на пневматическом, гравитационном, флотационном принципах. Многократно повысить скорость сортировки и эффективность разделения материалов позволит оптическое распознавание на основе лазерного сканирования.

Сортировка с использованием современных интеллектуальных информационных систем происходит следующим образом: все предметы попадают на движущийся конвейер, где оптический сканер измеряет их спектры в инфракрасном и видимом диапазонах и производит их распознавание. Затем из потока мусора выделяются металлы, полимеры, стекло, бумага, картон и другие виды отходов и передаются для дальнейшей переработки или утилизации. Современные системы могут идентифицировать более тысячи видов материалов (и это не предел), что открывает широкие перспективы для экологически безвредной и коммерчески эффективной сортировки и переработки отходов.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СОРТИРОВКИ ТБО



#### ЭФФЕКТЫ

Многочисленный рост производительности труда на мусоросортировочных заводах.

Перспектива полной автоматизации всех звеньев технологического процесса утилизации мусора.

Сокращение на 50% и более объема несортированного мусора и площадей полигонов захоронения ТБО.

При повторном использовании некоторых материалов значительно сокращаются энергозатраты на их производство (в случае алюминия — на 95% по сравнению с производством из вновь добытой руды).

#### ОЦЕНКИ РЫНКА

на **1,3%** в год

как минимум будут расти в странах ОЭСР в перспективе до 2030 года объемы ТБО, в том числе подлежащих сортировке (если не принимать меры стимулирования к сокращению отходов).

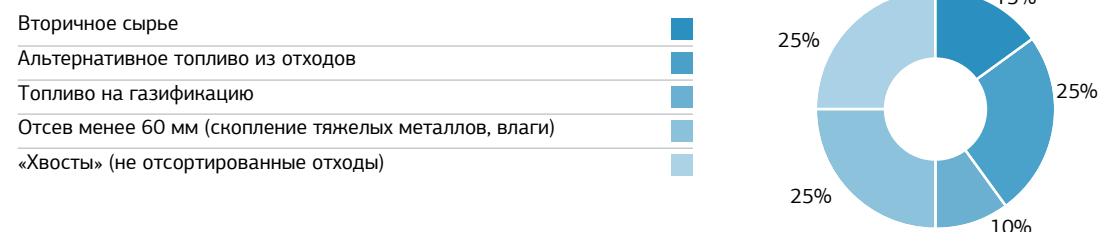
До 80% ТБО должны к 2020 году перерабатываться в полезные материалы или энергию, согласно Европейской рамочной программе по отходам.

Вероятный срок максимального проявления технологического тренда: 2035–2040 гг.

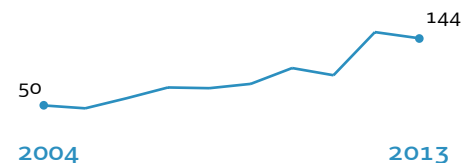
#### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ↑ Постоянный рост объемов ТБО.
- ↑ Увеличение среднего расстояния транспортировки мусора из-за дефицита земли в городских агломерациях.
- ↑ Нехватка предложения рабочей силы для ручной сортировки ТБО.
- ⊖ Сортировка и переработка отходов пока обходится дороже, чем их захоронение на свалках.
- ⊖ Отсутствие налоговых стимулов для инвестиций в крупномасштабные системно-образующие рециклинговые проекты.
- ⊖ Внедрение систем сортировки и переработки отходов требует регулятивного вмешательства государства.

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: КОНЕЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПОСЛЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СОРТИРОВКИ ТБО, 2015 г.



#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



#### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

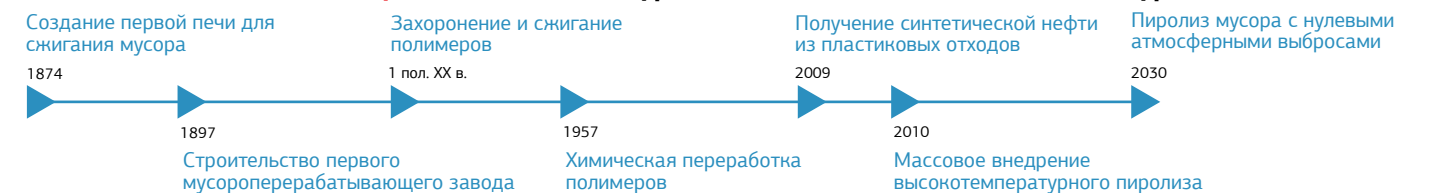
«Белые пятна»: существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ.

## УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ ПОСРЕДСТВОМ ПИРОЛИЗА

Около половины бытовых отходов образуется из полимерных материалов — поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена и др. Большинство этих продуктов химии органического синтеза в природе не разлагаются: попадают в окружающую среду, постепенно механически измельчаются, входят в цепочки питания. Откладываясь в тканях животных, рыб и птиц, микропластики, другие ксенобиотические вещества создают потенциальные риски для здоровья человека. Проблема их утилизации обостряется с каждым годом, поскольку объемы полимерных отходов растут опережающими темпами по сравнению с другими видами отходов (в два раза быстрее, чем ТБО в среднем).

Перерабатывать полимерные промышленные и бытовые отходы наиболее эффективно с экономической и с экологической точек зрения посредством высокотемпературного пиролиза (800–1000 градусов С° и более). Он позволяет расщеплять крайне токсичные органические соединения (например, полихлорированные бифенилы) на углекислый газ, хлор, оксиды азота и другие низкомолекулярные вещества, при этом вредные выбросы в атмосферу сводятся практически к нулю.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ



#### ЭФФЕКТЫ

Снижение затрат на транспортировку полимерных отходов, сокращение площадей их складирования.

Уменьшение энергоёмкости производства за счет использования вторичных энергоресурсов.

Сокращение объемов вредных выбросов в атмосферу, снижение неблагоприятного воздействия на здоровье людей токсичных слабо-разлагаемых полимеров, бактериально-загрязнения и размножения переносчиков инфекционных заболеваний.

#### ОЦЕНКИ РЫНКА

**694 кг мусора** в год

может образовываться в расчете на душу населения в странах ОЭСР к 2030 году (сегодня 560–570 кг), из которых посредством высокотемпературного пиролиза будет сжигаться не менее 30% (сегодня чуть более 20%).

Из тонны полимерных отходов уже сейчас можно получить до 600 литров пиролизного масла, 320 кг сажи, 55 кг металла и 10 м<sup>3</sup> пиролизного газа.

Вероятный срок максимального проявления технологического тренда: 2025–2030 гг.

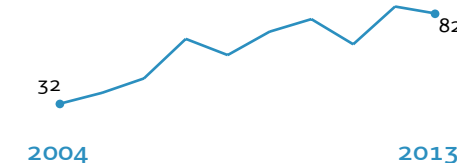
#### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ↑ Рост стоимости производства электроэнергии из традиционных видов топлива.
- ↑ Повышение спроса на отдельные химические элементы, включая редкоземельные металлы, соединения которых являются побочными продуктами пиролиза.
- ↑ Снижение себестоимости рециклинга полимеров.
- ⊖ Сложность процесса разделения пиролизных масел на компоненты.
- ⊖ Недостаточный уровень экологической культуры населения, привычка утилизировать отходы обыкновенным сжиганием.
- ⊖ Монополизация и криминализация локальных рынков утилизации ТБО, препятствующие выходу новых высокотехнологичных игроков.

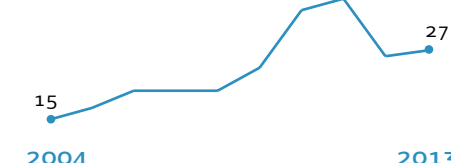
### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ТИПИЧНЫЙ СОСТАВ БЫТОВОГО МУСОРА В РОССИИ, 2015 г.



#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



#### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Белые пятна»: существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ.