

БИОРАЗЛАГАЕМАЯ УПАКОВКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В РФ

**Что делать с полиолефиновой упаковкой,
которая не перерабатывается?
Системное решение, а не декларативный подход**

Дмитрий Пибалк

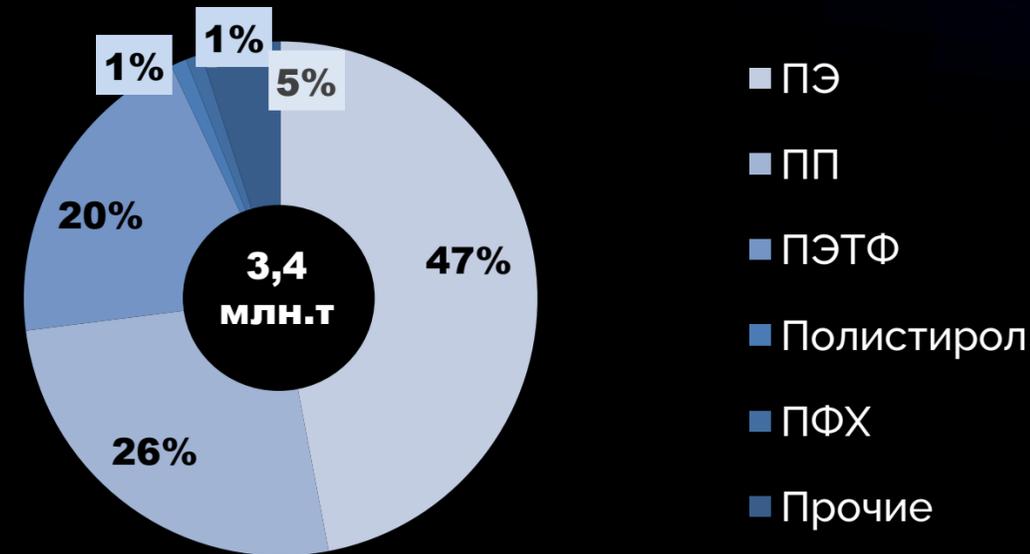
УК Акцентр

На рынке нет альтернативы упаковке из полиолефинов

Проблема отходов полиолефинов — следствие их успеха и востребованности рынком

Полиолефины — основа современной экономики и ключевой для всех секторов экономики упаковочный материал.

- Отличные физ-мех. свойства и стабильность
- Продолжающееся развитие марок и новых модификаций (вспененные, СВМПЭ)
- Уверенные позиции отечественных производителей.



Рынок полимерной упаковки по типам полимеров, 2025, %

На пищевой сегмент приходится более 50% как гибкой, так и жесткой упаковки

Основные объемы потребления ПЭ и ПП из произведенного в РФ сырья.

Биоразлагаемые альтернативы не масштабируются.

- Полилактиды и аналоги дороже (x2-3).
- Бумажная упаковка уступает в свойствах, экокритика (в 3 раза энергоемче пластика и требует ~ 13–17 тысяч литров воды на тонну)
- Упаковка из растительного сырья далека от масштабирования.



Отходы упаковки полиолефинов — системный вызов: вопрос не чем заменить, а что делать после использования?

* В части оценки рынка использованы иллюстрации из докладов компаний СИБУР (автор А. Петров) и Беринг (автор Е. Кузнецова), Росупак 2025

Масштаб вызова: упаковка в отходах

Основной поток упаковки в РФ не перерабатывается в настоящее время и не будет перерабатываться полностью



Перерабатывается малая доля*
Остаточный поток структурно неизбежен

Препятствия:

Смешение разных типов полимеров: ПВД, ПНД, ПП, а также многослойных композитов - сложная сортировка.

Загрязнение остатками пищи, клеем, этикетками – дорогостоящий процесс очистки и мойки перед грануляцией.

Малые размеры упаковки не позволяют эффективно отбирать из потока

Химические примеси: несовместимые добавки (красители, стабилизаторы) снижают качество вторичного сырья.

Даже при росте переработки остаточный поток остаётся. С ним нужно отдельное решение

* Директива ЕС 2018/852: минимум 50% пластиковой упаковки к 2025 году и 55% к 2030 году – фактические значения ниже. В РФ до ~ 10-15%

Пути утилизации отходов упаковки из полиолефинов

Полигоны – доминирующая реальность для РФ, Азии и развивающихся рынков: анаэробные условия разложения мусора, горизонт планирования и эксплуатации – десятилетия.

Рециклинг

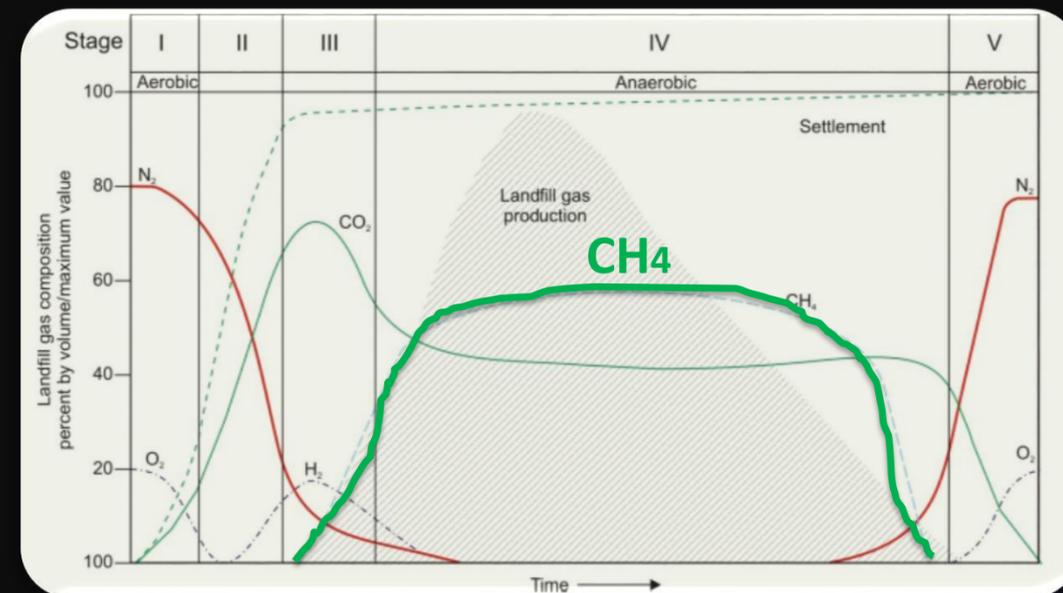
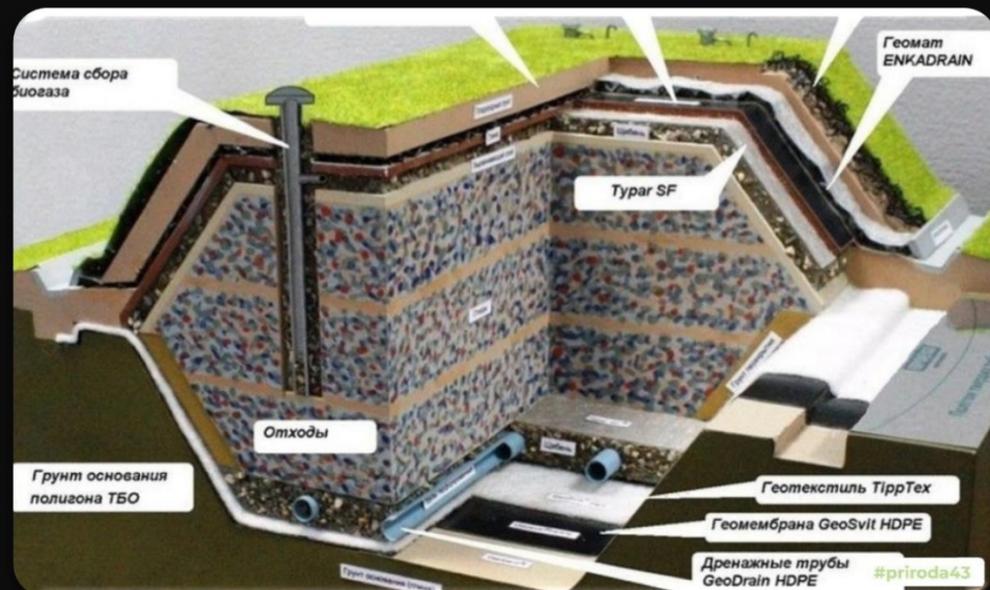
- Механическая переработка
- Пиролиз

Энергетическая утилизация

- Сжигание / RDF – топливо

Отходы

- Захоронение на полигоне



Современные КПО оборудованы системами сбора биогаза*

Метан стабильно выделяется на жизненном цикле полигона

Генерация электрической энергии из метана

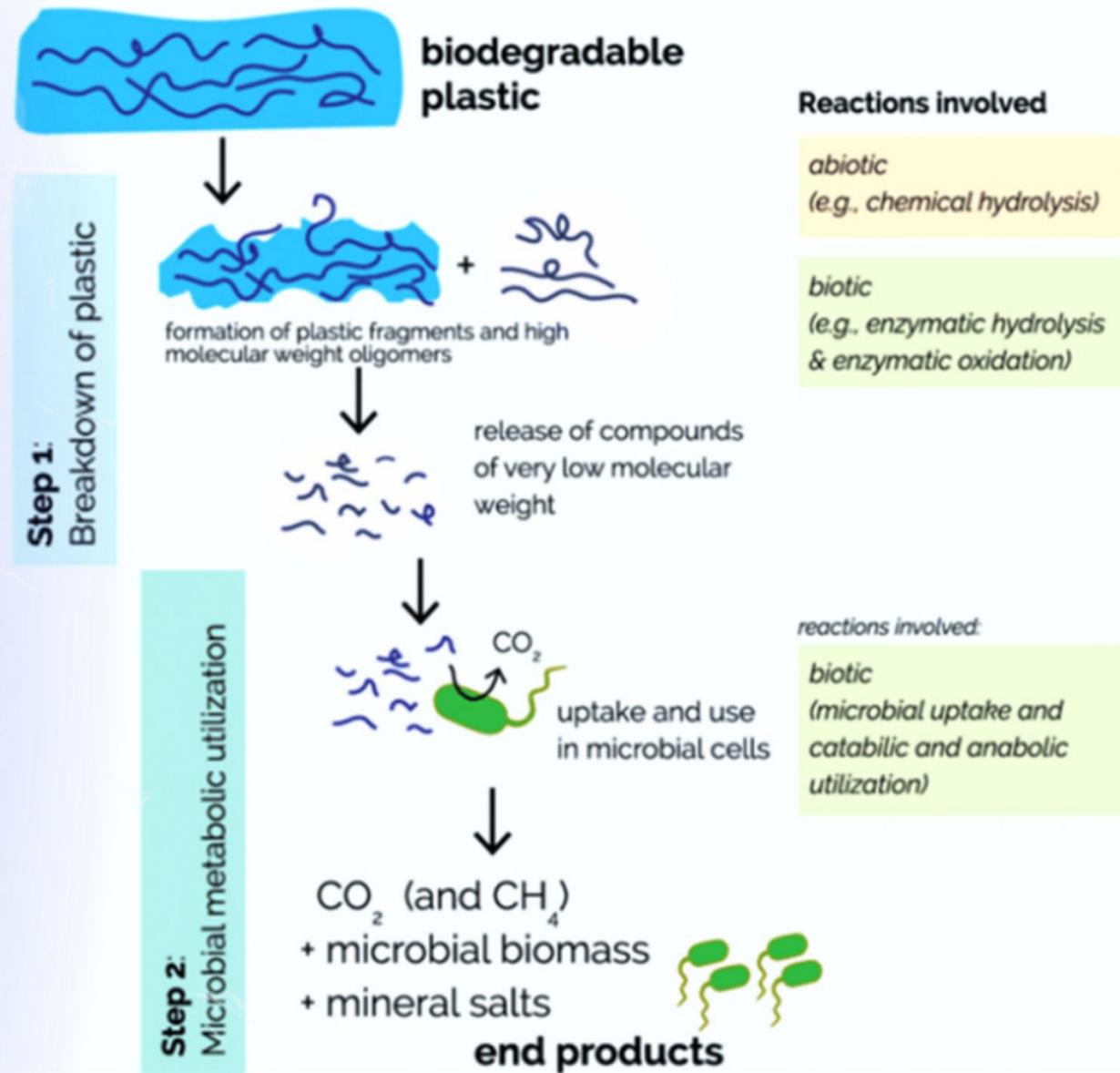
Ключевой технологический и организационный вызов: возможность превратить полигон из могильника неперерабатываемых отходов в биотехнологическую систему?

* Использована иллюстрация из публикации <https://www.newsler.ru/economics/2025/05/26/v-kirovskoj-oblasti-hotyat-postroit-sovremennyj-musornyj-poligon/>

** Данные из обзора EPA <https://www.epa.ie/publications/compliance--enforcement/waste/EPA-Management-Of-Low-Levels-Of-Landfill-Gas.pdf>

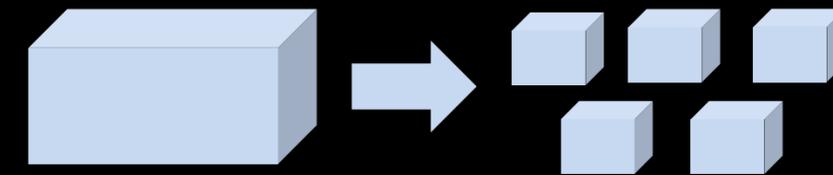
Причины стойкости полиолефинов к биоразложению

Бактериальное разложение пластиков в природе – многоступенчатый процесс.



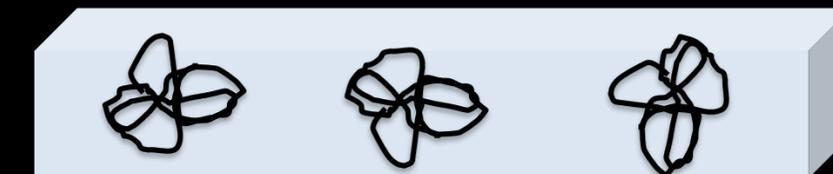
Полиолефины

- Длительное время сохраняют структурную целостность (в т.ч. вследствие высокой молекулярной массы)



Устойчивый микропластик

- Гидрофобность и отсутствие функциональных групп в составе макромолекул

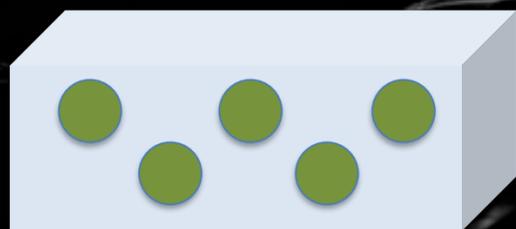


Без трансформации структуры разложение полиолефинов занимает сотни лет.

Подходы к биоразложению полиолефинов

Разработка методов биоразложения полиолефинов остается предметом усилий ученых и разработчиков по всему миру

Композиты с разлагаемыми веществами (крахмал и др.)



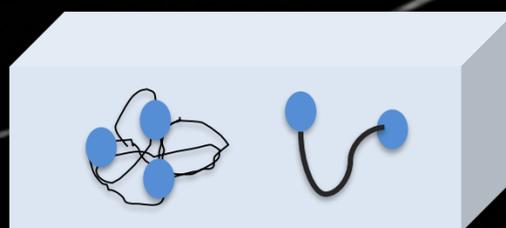
 Органическая фаза быстро разлагается: поверхность для роста бактерий (губчатая структура)

 Ухудшение механики и перерабатываемости.

Риск ускоренной фрагментации в микропластик.

Образовавшиеся частицы олимера остаются инертными.

Модифицированные полиолефины



 В молекулах сформированы активные центры

 Изменение технологии производства

Как обеспечить стабильность в эксплуатации

Зависимость скорости биodeградации от концентрации

Катализирующие разложение добавки



 Контролируемый индукционный период до старта окисления и распада цепей
Совместимость с производством

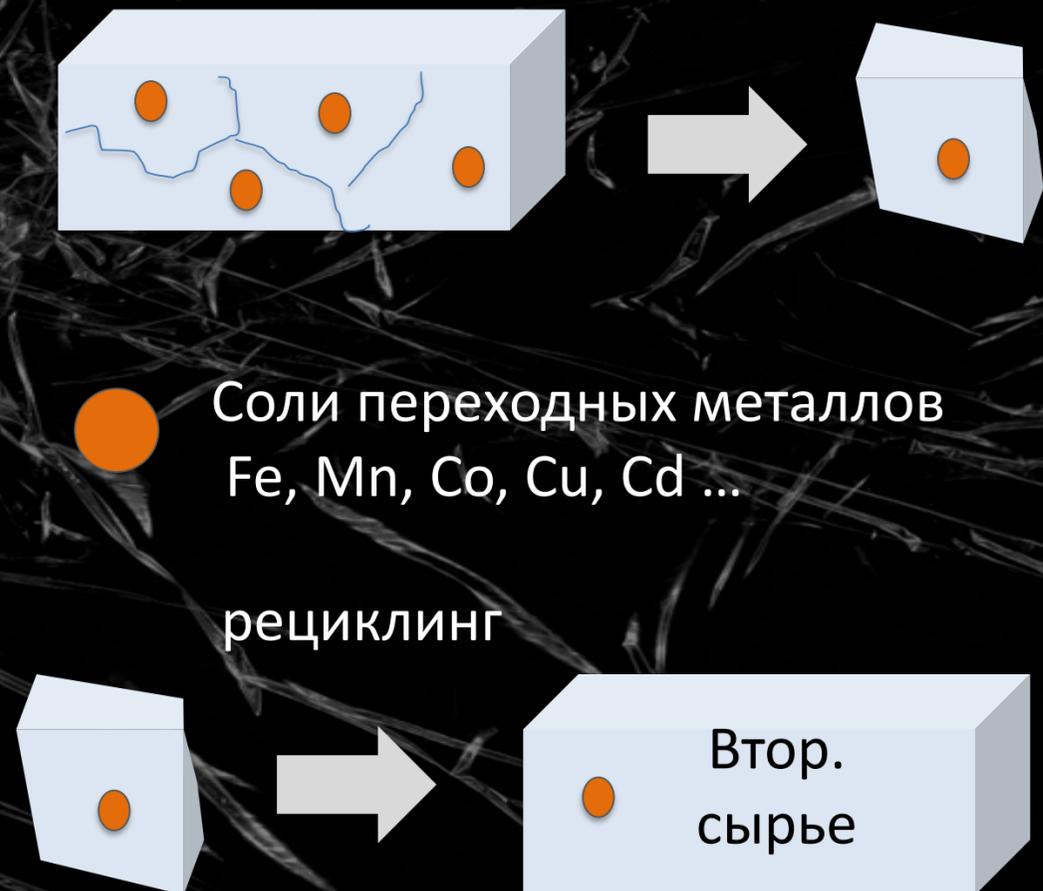
 Как запускается каталитическая деполимеризация – для полиолефинов нужен источник радикалов

Влияние на переработку

Из всех предложенных вариантов только оксодобавки стали массовым продуктом

Оксодобавки в полиолефины – возможность или тупиковый путь?

Ускоренная фрагментация пластика без полного биоразложения – ключевой риск и основание для запрета в ЕС



Критика и риски

- Фрагментация ≠ биоразложение !?!
- Риск микропластика
- Накопление металла в природе
- Диффузия из полимера – применимость для пищевой упаковки?
- Риск негативного влияния оксодобавок на показатели пластика при повторной переработке

Применение оксодобавок запрещено или приостановлено в ряде регионов мира*

* Директива 2019/904 в ЕС, приостановленное регулирование в Индии

Биоксеразлагающие добавки Прорыв или маркетинг?

Мультикомпонентный состав как ответ на критику
и способ митигировать риски микропластика

**Ключевая
идея
(инновация)**



+



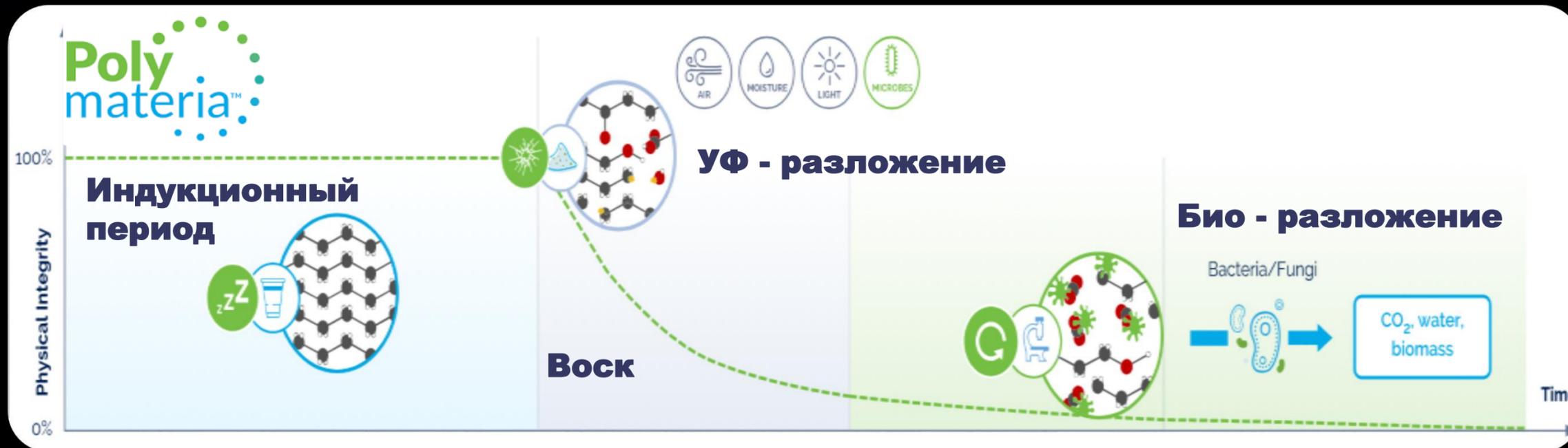
Соли переходных металлов
Fe, Mn,

Промоторы
биоразложения
(факторы роста)

Каждый компонент выполняют свою функцию:

- Металлы инициируют распад цепей под действием УФ и Т
- Промоторы ускоряют биodeградацию в природе

Зависимость от УФ
и температуры
Успешные тесты -
Юг Франции, Калифорния



Фокус на выброшенные
пластики (на земле)
Аэробное разложение

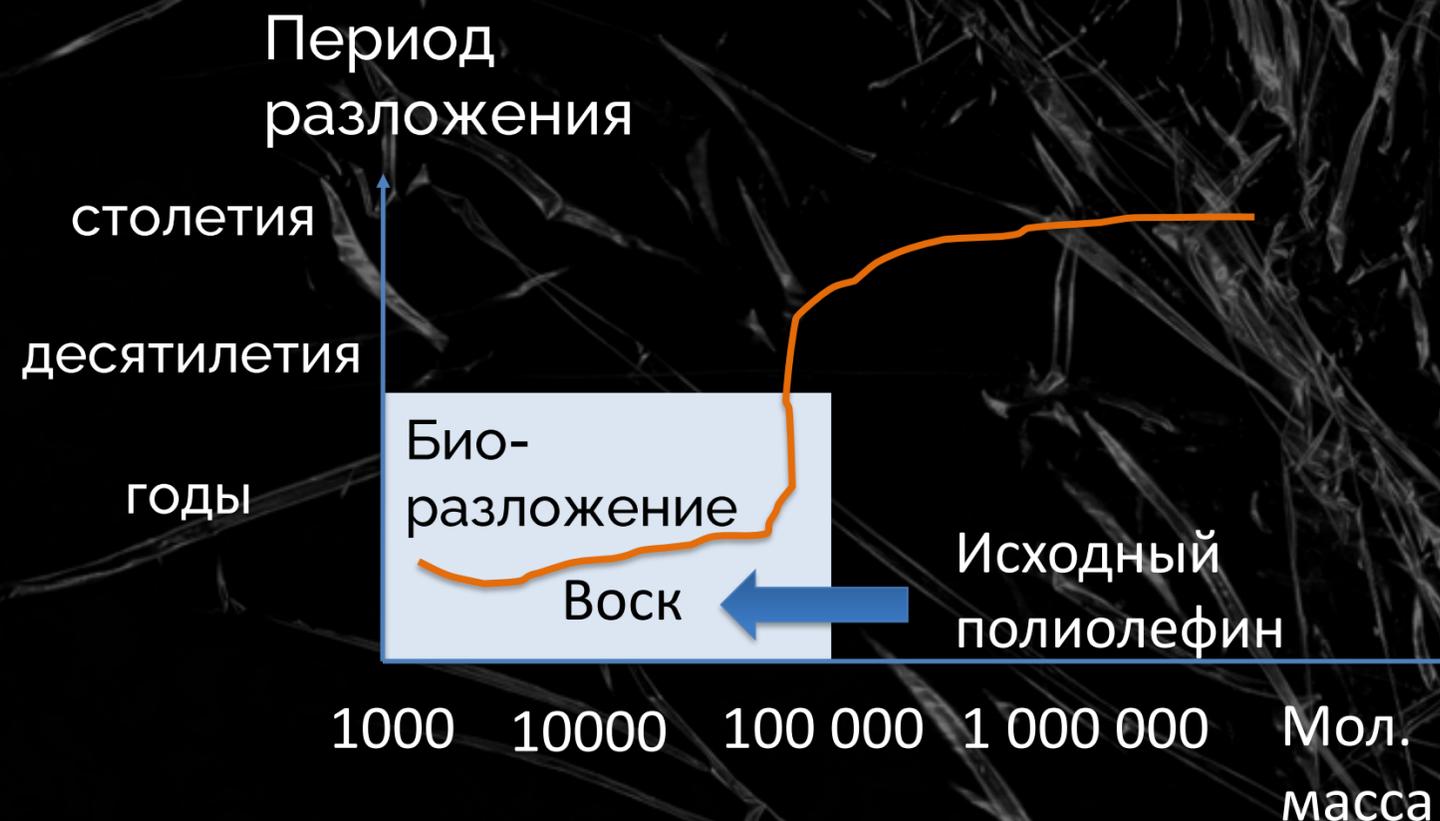
Для условий РФ эффективность большинства предлагаемых добавок под сомнением

Олигомеры (воск) полиолефинов – ключ к биоразложению

Молекулярная масса олигомеров 5000 Да делает молекулы полиолефинов доступными бактериям

Настоящее биоразложение

- Образование воскообразных фракций (минимальные риски образования микропластика и его выхода за полигон)
- Ускоренное биоразложение консорциумами микроорганизмов
- Отсутствие опасных для природы остатков



Наша цель: технологическое решение, обеспечивающее:

- ✓ контролируемое разложение длинных цепей полиолефинов
- ✓ в воскообразные продукты с молекулярной массой подходящей для
- ✓ биоконверсии в анаэробных условиях полигона
- ✓ «Добавка → контролируемый распад → биогаз → энергия / продукт»

Концепция перспективной биоразлагаемой упаковки для России

Отход упаковки из полиолефинов получает вторую жизнь - становится источником энергии, сырьем или продуктом

1. Гибкая и жесткая пищевая упаковка



Добавка и
Компаундировани

2. Не отделяется от пищевых отходов



Сортировка и передача
на утилизацию

3. Анаэробная биотрансформация



Сбор биогаза на
полигоне

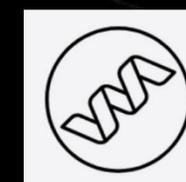
4. Использование биогаза (смесь метан/CO2)



белок



энергия



химикаты

Конверсия метана в энергию
или целевые продукты

Полигоны – готовые площадки для пилотных проектов и реализации концепции:

- сложившаяся инфраструктура
- длительные циклы эксплуатации
- в современных КПО уже есть сбор биогаза

Мы предлагаем не закрывать глаза на реальное положение дел с отходами полиолефинов, а сфокусировать усилия на максимально эффективном использовании полигонов

Полигон как площадка Производства биогаза

Инфраструктура уже существует,
есть реализуемые проекты в мире
и в России

Крупнейшие биогазовые проекты в странах Азиатского региона

| Страна | Локация (город/регион) | Масштаб свалки (млн т/год) | Биогаз (млн м3/год) | Электроэнергия (МВт*ч/год) |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Китай | Шанхай (Laogang) | 5-6 | 80-100 | 102000 |
| Китай | Пекин (Asuwei) | 1.5-2 | 15-25 | 30000-40000 |
| Китай | Нанкин (Shuige) | 1.2-1.8 | 12-22 | 25000-35000 |
| Китай | Гуанчжоу (Xingfeng) | 2-3 | 20-30 | 40000-50000 |
| Турция | Стамбул (Odayeri, Kömürcüoda) | 2.2-4.7 | 80-120 | 50000-150000 |
| Турция | Kocaeli | 0.2-0.25 | 3-5 | 15000-18000 |
| Вьетнам | Hanoi (Nam Son) | 1.4-1.8 | 10-20 | 5000-6000 |
| Индонезия | Bekasi | 1-1.5 | 5-8 | 0 (сжигание) |



Биогазовый комплекс анаэробного брожения АО «ПОЛИГОН ТИМОХОВО» (Московская область)
Мощность -10 МВт.

Улавливание биогаза – распространенная в мире и апробированная в России технология

Сравнение механизмов утилизации биогаза

Готовые к пилотированию и масштабированию технологии по всем механизмам утилизации биогаза уже сейчас доступны в РФ

Выбор технологии конверсии биогаза — ключ к экономике и реализации концепции на практике

| | на 1000 кг отходов (с 70% упаковки)* | Э/Энергия | Белок |
|----------------------|---|---|--|
| Выход продукции | | 2 000 – 2400 кВт*ч | 200-300 кг |
| Выручка | | 10-12 тыс. руб. <i>(по тарифу ~5 руб/кВт·ч с НДС)</i> | 50–75 тыс. руб. <i>(при цене ~250 руб/кг гаприна с НДС)</i> |
| CAPEX | | ~\$2 млн за 1 МВт | ~\$2 000–5 000 на 1 т/год |
| Рентабельность | | прибыль минимальна: проект окупается главным образом за счёт утилизации метана и льгот (углеродные кредиты, «зелёный» тариф) | окупаемость ~5–6 лет и IRR ~22% <i>(оценка для производства мощностью ~30 тыс. т/год**)</i> |
| Технологический риск | | Низкий | Средний |
| Масштабируемость | | Высокая | Высокая |

* Предварительная оценка, **источник <https://provalue.ru/product/haprin-protein-from-gas/>

Условия практического воплощения концепции

Синхронизация усилий и взаимодействие отрасли с утилизаторами и государством.

Учет интересов всех участников цепочки производства

- Производители полиолефинов/компаундов
- Операторы сортировки/ полигонов
- Компании по сбору/утилизации биогаза
- Государство

Ориентация на лучшие практики/опыт

- Анализируем и учитываем международный опыт
- Исходим из специфики и сложившихся подходов на отечественном рынке

Открытый диалог

- Выступления на профильных мероприятиях
- Обмен информацией со всеми заинтересованными компаниями и организациями
- Выработка позиции по ключевым инициативам с участием отраслевых союзов и объединений*

Наука и современные технологии в основе

- Обязательное подтверждение и верификация результатов научным и экспертным сообществами
- Публикация ключевых результатов

Первый этап проработки концепции планируется завершить в апреле

* Инициативы по РОП и изменениям в законодательство по биоразлагаемым полиолефинам через СПП

Стимулы и потенциальные эффекты

Рассматривается комплекс решений и стимулов для всех участников цепочки включая государство и общество

| Выгодоприобретатель | Механизм /Эффект | Необходимые решения / Изменения |
|--|--|--|
| Производители упаковки из полиолефинов | Оптимизация размеров экосбора | Корректировка коэффициентов РОП Перевод полиолефинов, способствующих биогазообразованию из категории «захоронение» в категорию «утилизация отходов» |
| Операторы полигонов | Сокращение текущих издержек | Утверждение регламентов по сортировке / отбору упаковки из биоразлагаемых полиолефинов |
| Бизнесы по сбору и утилизации биогаза | Прибыль от реализации новых проектов | Корректировка тарифов на энергию из биогаза с полигонов Льготы и иная поддержка для инвесторов в биогазовые проекты за счёт гарантированного роста метаногенного потенциала полигонов |
| Государство и общество | Оптимизация расходов на новые полигоны | Утверждение изменений в РОП, введение категории полиолефинов, способствующих биогазообразованию, в N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления". Сокращение выбросов газообразных продуктов разложения и негативного влияния полигонов на окружающую среду |

Предложения по созданию экономически обоснованных стимулов и оценка эффектов включены в состав ведущихся проектных работ



Мы приглашаем все заинтересованные компании и организации совместно проработать управляемую модель обращения с остаточным потоком полиолефиновой упаковки с учетом интересов бизнеса, государства и общества.

Дмитрий Пибалк

Координатор проекта

Контактные телефоны:

☎ 8 903 769 48 13

✉ 8 916 170 43 36

E-mail: dmitry.pebalk@axellance.com

Дополнительные материалы

Первоочередные задачи проработки концепции

Предлагаемая концепция и решения в ее составе - это донастройка действующей системы, а не её замена.

Технологический аспект

- Оценка существующих добавок: подтверждение функционала и поиск решений максимально подходящих для условий РФ
- Подтверждение ускоренного биоразложения олигомеров полиолефинов в условиях полигонов РФ
- Оценка готовности технологий конверсии биогаза

Рыночный аспект

- Подтверждение заинтересованности и учет интересов участников отрасли
- Оценка потенциальных объемов производства биodeградируемых полиолефинов нового поколения
- Оценка рыночной потребности в продуктах конверсии биогаза

Экономический аспект

- Оценка финансово-экономических показателей различных маршрутов конверсии биогаза (CAPEX/OPEX)
- Определение возможных механизмов финансирования пилотного проекта и последующего масштабирования
- Оценка инвестиций в создание отечественного производства добавок или СП

Регуляторный аспект

- Согласование концепции с ведомствами и уполномоченными организациями
- Предложения по доработке системы РОП и/или действующего законодательства в отношении биоразлагаемых полимерных материалов, способных к анаэробному разложению с образованием биогаза

Первый этап проработки концепции планируется завершить в апреле