

**НАУКА  
И ОБЩЕСТВО**

# **ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**



Говорин Александр  
аспирант  
Иркутского национального исследовательского  
технического университета  
автор проекта «Зеленая химия»

15 апреля 2019 года в Париже произошел пожар в соборе Парижской Богоматери, следствием которого стало полное уничтожение огнем крыши собора. Инцидент в Париже вызвал широкий общественный интерес к происшествию, сострадание и желание мирового населения оказать посильную помощь в восстановлении собора.

Собор Парижской Богоматери считается мировым культурным историческим наследием, и тот факт, что в кратчайший срок были собраны колоссальные средства на его восстановление, доказывает,

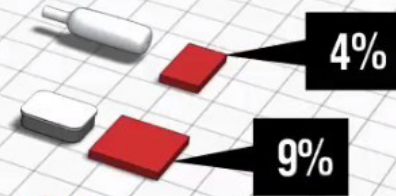
что при четкой идентификации проблемы человечество быстро находит пути и методы ее решения. Люди проявили зачатки коллективного разума, основанного на коллективном сочувствии. Немалую роль в оперативности принятия решения играют чувства, которые лежат в основе моральных принципов современного цивилизованного человека. Разрушение знаменитого исторического памятника вызвало сострадание и горечь утраты у большинства людей. Например, без особого труда можно найти рисунки, на которых отражена трагедия. Самым популярным является собирательный образ Горбуна, рыдающего из-за сгоревшего собора (рис. 1). Таким образом, вызванные инцидентом чувства стали катализатором мгновенного сбора средств в 1 млрд евро.



Рисунок 1. Примеры работ из интернета на тему сгоревшего собора в Париже

Для сравнения, этой суммы хватило бы, например, для очистки мусорного пятна в Тихом океане, т. е. можно было бы решить глобальную экологическую проблему.

Большинство мусора в океане — пластик



Тожар в соборе Парижской Богоматери полностью потушен.

118 379 просмотров • 16 апр. 2019 г.

Рисунок 2. Пример безразличия населения планеты к проблеме загрязнения (количество просмотров)

Загрязнение мирового океана – проблема известная, она возникла задолго до событий в Париже. Однако мусорное пятно не вызывает глобальной активности населения в решении проблемы. Почему? Во-первых, это можно объяснить отчуждением проблемы от человечества. Ее как бы «не видно», центральные каналы о ней не говорят и не ведут прямые эфиры с места, где расположено мусорное пятно, а мировые звезды, т. е. люди – лидеры мнений, не призывают к сбору средств. Мусорное пятно Тихого океана далеко, оно не влияет на жизнь и поэтому не вызывает колебаний чувств в устоявшихся моральных принципах человечества так сильно, как это про-

изошло с пожаром в парижском соборе. Во-вторых, имеет место отчуждение человека от проблемы. То есть отдельно взятый человек не чувствует ответственности перед образовавшимся мусорным пятном в Тихом океане. Возможно, это наиболее вероятная причина, не только в контексте мусора в океане, а глобального загрязнения планеты в целом. Косвенно это можно подтвердить следующим примером. За период в 6 месяцев семиминутный сюжет о сгоревшем соборе просмотрело около 118 тыс. человек (скриншоты сделаны в октябре 2019 года), а информативный ролик длиной в 1 минуту о загрязнении Мирового океана с июня 2012 года – около 35 тыс. человек (рис. 2).



Очистка мусорного пятна в Тихом океане и даже всех океанов от антропогенных загрязнений не станет кардинальным решением проблемы, поскольку известно, что 95% загрязнений идет из 10 рек, 8 из которых находятся в Азии: Янцзы, Инд, Хуанхэ, Хайхэ, Ганг, Чжуцзян, Амур (Хэйлуцзян на территории Китая), Меконг, а также африканские Нигер и Нил. Неисчисляемый поток мусора, идущий по рекам в океан, объясняется наличием на территории Азии подавляющего большинства населения планеты. Несомненно, очистка океана от мусора – мера необходимая, но «клининговые» решения не позволят устранить проблему загрязнения гидросферы. Проблема кроется в людях и их отношении к «новому».

Обращаясь к историческим фактам, мы можем заметить, что людям присуще мгновенное распространение инновационных решений по всему миру, если они эффективны, удобны и выгодны. И лучшим примером такого решения является использование в качестве источника энергии нефти, что привело к промышленному росту и благосостоянию многих стран. И в какой-то мере можно утверж-

дать, что нефть спасла китов от истребления человеком. Особо в китах ценился китовый жир, из него изготавливали мыло, его применяли в качестве смазочных материалов и для производства джута. Жиром заправляли лампы и фонари, использовали как топливо для техники и пр., но с появлением нефти китовый жир потерял свою актуальность в химической, топливно-смазочной промышленности, и интерес к китам значительно стих. С ростом промышленности и увеличением глубины переработки нефти стали появляться новые процессы, технологии и продукты, в том числе в современном обществе обрели особую популярность полимеры и продукция из них – одноразовая посуда и пакеты, которые быстро вошли в обиход жителей планеты.

Задумывались ли инженеры, создающие процессы получения пластика, о последствиях своих изобретений на 10, 20 или

50 лет вперед? Вероятнее всего, нет, потому что засилье дешевой и практичной продукции на рынках Азии привело к высокому проценту загрязнений от рек этого континента.

Традиционно в Индии население страны пользовалось «одноразовой посудой» из органических материалов, т. е. листьев. Использованная по назначению утварь не утилизировалась какими-то утвержденными разработанными способами, не собиралась централизованно, а просто выбрасывалась людьми под ноги, а из-за особенностей тропического климата очень быстро перегнивала. У людей не было

понятия о мусоре, переработке отходов и загрязнении.

Но с приходом пластиковых товаров экологическая обстановка резко ухудшилась. Быт претерпел изменения, а менталитет, традиции и воспитание людей остались неизменными. Использованная посуда, так же как и прежде, просто выбрасывалась, однако в отличие от листьев пластик не исчезает, а копится, попадает в реки и оттуда в мировой океан (рис. 3).

Во время экспедиции в Непале были проведены некоторые наблюдения. Это небольшое густонаселенное государство, граничащее с Индией. На востоке столицы Катманду располагается храмовый

## Суд в Нью Дели в Индии обязал местных чиновников установить габаритные огни на вершинах городской свалки мусора

Это должно обезопасить авиацию от столкновения.

Свалка вырастает на десять метров в год. Ее высота уже 65 метров.

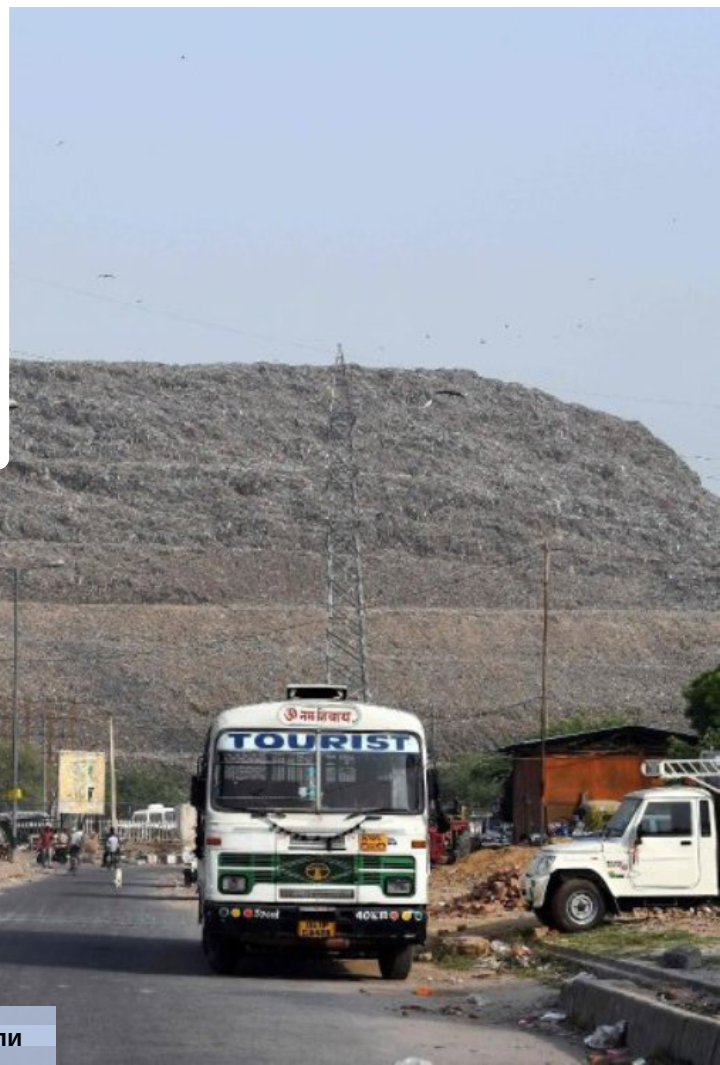


Рисунок 3. Последствия скопления мусора на северо-востоке Нью-Дели

комплекс Пашупатинатх – популярное место среди паломников, странствующих йогов и пр. Из-за большой концентрации людей это место является интересным объектом для наблюдения за поведением присутствующих по отношению к пластиковому отходу. Во время религиозных подношений используется традиционная посуда органического происхождения, однако не существует запрета на использование пластика (рис. 4).

Известны способы получения биопластика из растительного сырья, например крахмала, который представляет собой растительный полимер. Однако технологии производства биопластика имеют более высокую стоимость по сравнению с пластиком на основе нефтяного сырья, а потребители не готовы отказываться от использования удобных в быту вещей даже с оглядкой на экологические негативные последствия. Например, весной 2016 года в индийском штате Карнатака было запрещено использовать и продавать пластиковую продукцию (одноразовая посуда, пищевая пленка, полиэтиленовые пакеты и т. д.). Жителям такое но-

вовведение совершенно не понравилось, они не захотели сотрудничать с властями. Через четыре месяца после введения запрета в столице Карнатаки было конфисковано около 40 тысяч кг пластика.

Таким образом, человечество столкнулось с последствиями своих технологических прорывов, и долговечность пластика, которая в XX веке рассматривалась как положительное свойство, в XXI веке обернулась глобальной проблемой. При этом помимо сугубо технологических проблем, связанных с разложением пластика и разработкой технологий по производству экологически безопасной альтернативы, возникла проблема социального нежелания отказываться от синтетических продуктов народного хозяйства. Однако если бы перед тем как выпустить на рынок Азии пластиковую продукцию, инженеры совместно с учеными и специалистами из социальных областей наук просчитали риски, связанные с экологическими проблемами, то такой подход стал бы идеальной моделью появления новых продуктов в мировом народном хозяйстве.



Рисунок 4. Последствия праздника. Наряду с органическими отходами имеются скопления пластикового мусора, который преобладает в подавляющем количестве

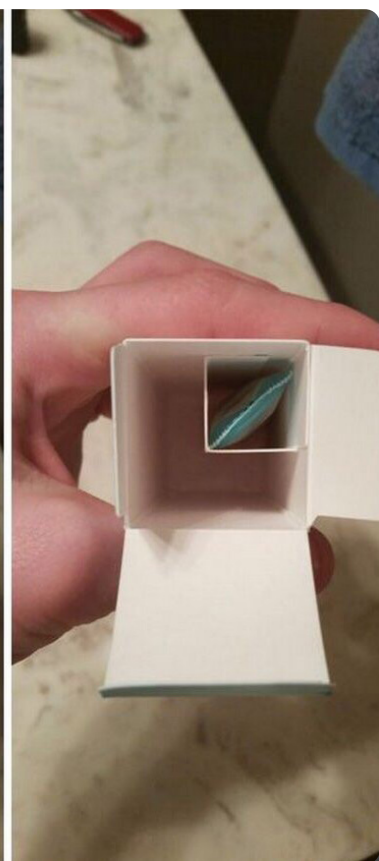
В конце 90-х годов для нового научно-го направления «зеленая химия» Пол Анастос и Дж. С. Уорнер сформулировали 12 принципов, первый из которых звучит как: «Лучше предотвратить образование выбросов и побочных продуктов, чем заниматься их утилизацией, очисткой или уничтожением». Т. е., возвращаясь к примеру с пластиком в Азии, именно с последствиями образования загрязнений сейчас борет-

ся мир, а в идеальном случае, согласно первому принципу зеленой химии, нужно было задуматься о сокращении «срока жизни» пластика до его мирового распространения.

Кроме этого, принципы зеленой химии накладывают ограничение на нерациональное использование материалов и продуктов, что при современной рыночной экономике повсеместно встречается в маркетинговых технологиях (рис. 5).



Рисунок 5. Примеры нерационального использования упаковки в товарной продукции



Время не вернуть и глобальное засорение пластиком не остановить, однако у человечества есть возможность, используя печальный опыт с пластиком, постараться научиться прогнозировать последствия открытий. И первый принцип зеленой химии можно трактовать как призыв к обдуманному и ответственному внедрению изобретений в повседневную жизнь. Однако человечество, обладая не-

обходимыми ресурсами (ЭВМ высокой производительности, Big Data и пр.), допускает аналогичные ошибки. Хорошим примером может служить ситуация, сложившаяся вокруг беспилотных летательных аппаратов. 5 лет назад они считались всего лишь игрушкой, затем ими стали пользоваться видеографы, а сейчас с их помощью совершаются теракты и покушения на убийство (рис. 6).

## Атака дронов

на нефтяные объекты  
Саудовской Аравии

На двух крупных месторождениях нефти компании Saudi Aramco произошел пожар. Его причиной стала атака дронов, запущенных хуситами.



Рисунок 6. Примеры использования беспилотных аппаратов для покушения на убийство и проведения терактов



Во время речи президента Венесуэлы Николаса Мадуро на военном мероприятии на него было совершено нападение: к трибуне было направлено **несколько дронов со взрывчаткой**.

Ранения получили семеро гвардейцев, президент не пострадал.



Остальные 11 принципов зеленой химии имеют более узкий спектр трактовки и представляют собой конкретные предписания для химической промышленности, так как большая часть негативного антропогенного воздействия на природу идет именно от этой отрасли. Они сформулированы следующим образом:

- Синтез следует планировать так, чтобы максимальное количество использованных материалов вошло в конечный продукт.
- Следует планировать методы синтеза так, чтобы реагентами и конечными продуктами служили вещества, которые малотоксичны или вовсе не токсичны для человека и природы.
- Среди целевых химических продуктов следует выбирать такие, которые наряду с требуемыми свойствами обладают максимально низкой токсичностью.
- Необходимо по возможности избегать использования в синтезе вспомогательных веществ (растворителей, экстрагентов и др.) или выбирать безвредные.
- При планировании синтеза нужно учитывать экономические и экологические последствия производства энергии, необходимой для проведения химического процесса, и стремиться к их минимизации. Следует стремиться проводить синтез при температуре окружающей среды и нормальном давлении.
- Следует использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано.
- Необходимо сокращать число стадий процесса (для этого избегать при синтезе стадий блокирования групп, введения защиты, временной модификации физико-химических процессов).
- Каталитические реагенты (по возможности максимально селективные) предпочтительны по сравнению со стехиометрическими.

- Желательно применять такие химические продукты, чтобы по окончании нужды в них они не сохранялись в окружающей среде, а разлагались до безопасных веществ.

- Аналитические методики следует развивать так, чтобы в режиме реального времени обеспечивать мониторинг образования продуктов реакции, среди которых могут оказаться опасные.

- Вещества, используемые в химических процессах, следует выбирать так, чтобы свести к минимуму возможные аварии, включая разливы, взрывы и пожары.

Зеленая химия может стать отличным инструментом предсказания и предупреждения причин экологических проблем и должна лечь в основу этики и моральной ответственности инженеров будущего, когда вся химия станет зеленой. Но до этого момента необходимы усилия общества и специалистов, направленные на то, чтобы сделать наш мир более зеленым.



Говорин Александр

