

ПЛАСТИК – ПРИЧИНА КИСЛОРОДНОГО ГОЛОДАНИЯ ЗЕМЛИ

Андрей МОРОЗОВ

DOI: 10.7868/S0233361919070036

Значительное сокращение площади земной поверхности, пригодной для жизни людей, дезинтеграция человеческой цивилизации. Отдельные группы фанатиков, одержимые идеей индивидуального спасения в космосе (в океане, под землёй), враждующие группы бандитов и мародёров, ведущие войны за остающиеся территории. Апокалиптическая картина всеобщей гибели грешников в раскалённых пустынях и кипящих океанах дополняется массовыми эпидемиями и коллективными самоубийствами¹. Всё это очень напоминает заготовку для сценария голливудского фильма-катастрофы (вспомните, например, “Водный мир” (1995) с Кевином Костнером в главной роли). Однако это вовсе не беллетристика, а отрывок из прогноза “Парниковая катастрофа”, который был разработан ещё четверть века тому назад в одном из академических институтов в России. Сценарий, конечно, апокалиптический, но, повторим, строго научный.

В нём, на основе данных о росте техногенного выброса CO_2 , давались оценки времени существования в будущем человеческой цивилизации. При оптимистическом сценарии развития мировой энергетики (выброс углекислого газа остаётся постоянным, первое удвоение концентрации CO_2 происходит через 100 лет), критическая стадия “Парниковой катастрофы” наступит через 400–500 лет, терминальная стадия – через 6 тыс. лет. Но вот если выброс

CO_2 будет расти теми же темпами, что и сегодня (удвоение концентрации CO_2 каждые 50 лет), критическая стадия наступает уже через 250 лет, а терминальная – через 450!

С тех пор, исследователи обнаружили ещё много факторов, – кроме выбросов углекислого газа в атмосферу, – которые могут существенно негативно повлиять, или уже влияют, на состояние биосферы планеты. Опасность подстерегает человеческую цивилизацию там, где её меньше всего ожидали, если вообще задумывались о таковой.

В одном из недавних выпусков приложения к журналу Nature была опубликована статья интернациональной группы исследователей из Университета Нового Южного Уэльса (Сидней, Австралия) и Университета Копенгагена (Дания). Как и подобает научной статье, эта имеет развёрнутое название – “Продукты выщелачивания пластмассы ухудшают рост и выработку кислорода у *Prochlorococcus*, наиболее распространённого вида фотосинтетических бактерий океана”¹.

Речь в статье идёт о двух штаммах из обширной, – около 400 видов, – группы так называемых цианобактерий (синезелёных водорослей). Трудно поверить, но этим древнейшим одноклеточным про-

¹Sasha G. Tetu, Indrani Sarker etc. Plastic leachates impair growth and oxygen production in *Prochlorococcus*, the ocean's most abundant photosynthetic bacteria // *Communications Biology*, v. 2. Article number: 184 (2019).

кариотам (организмам, у которых отсутствует чётко сформированное внутриклеточное ядро) мы обязаны созданием кислородной атмосферы на нашей планете, а следовательно, и существованием всех современных форм жизни, включая и человека. По оценкам экспертов, около 10% поступающего в земную атмосферу кислорода производят цианобактерии рода *Prochlorococcus*. То есть каждый десятый вздох, который мы делаем, обеспечивают синезелёные микроводоросли.

Авторы исследования отмечают, что “бактерии цианобактериального рода *Prochlorococcus* являются самыми многочисленными фотосинтетическими клетками в океане, с оценочной средней глобальной популяцией примерно 10^{27} клеток и первичной продуктивностью по углероду 4 Гигатонн в год”.

Так что известная поговорка “леса – лёгкие планеты” оказывается не совсем верной: кислородное дыхание планеты в значительной степени обеспечивают одноклеточные бактерии, обитающие в мировом океане. Причём, эти организмы весьма чувствительны к воздействию внешних факторов: к органическим загрязнителям, ультрафиолетовому излучению и повышенным концентрациям некоторых металлов, меди в частности.

И вот выясняется, что резко негативное воздействие на цианобактерии оказывает... загрязнение мирового океана пластиком в различных формах.

Вообще-то о проблеме загрязнения пластиком мирового океана (и в целом водной оболочки Земли) учёные заговорили не так давно. Систематические наблюдения начались лет 30 назад. Но стоило только осознать эту проблему, как факты, подтверждающие её серьёзность, начали нарастать, как снежный ком, в экспоненциальной степени. По существующим оценкам, ежегодно в море поступает более 8 млн тонн пластмассы. К середине века масса пластиковых отходов в океанах превысит общую массу всех рыб. Помощник директора Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН



Борьба против пластикового отравления начинается с раздельного сбора мусора. Фото автора.

Юлдуз Халиуллин приводит такие данные: “Пластиковый архипелаг мусорных островов в северо-восточной части Тихого океана по площади уже превышает Австралию и восточную часть США. К тому же концентрация пластика в регионе мусорных островов почти в десять раз превышает концентрацию зоопланктона – основного продукта морской биоты. Рыбы, обитающие на средних глубинах, ежегодно поглощают около 20 тыс. т пластиковых частиц в год, что может стать пагубным для многих из них. По недавним исследованиям австралийских океанологов, такие обитатели как морские черепахи, нередко погибают от проглатывания одного небольшого кусочка пластика. Особенно подвержены этой опасности детёныши черепах. Это может привести к резкому сокращению численности этих земноводных уже в ближайшей перспективе, хотя черепахи могут жить до 80 лет и десятилетиями могут производить детёнышей. Всё это вызывает у океанологов большие тревоги”².

²Халиуллин Юлдуз. Открытый океан прикроет конвенцией // “Независимая газета”, 14 ноября 2018 г., http://www.ng.ru/science/2018-11-13/19_7437_ocean.html

Однако, на первый взгляд, тут заключено некоторое противоречие. Ведь едва ли не главной проблемой пластмассовых отходов признано то, что пластик очень плохо разлагается: обычный пластиковый пакет в естественных условиях полностью утилизируется не менее, чем за 450–500 лет. Большинство пластических полимеров считаются высокостабильными и биологически инертными. Как же в таком случае пластмасса может воздействовать на одноклеточные микроорганизмы? Исследователи из Австралии и Дании ответили на этот вопрос.

Оказалось, что в условиях океанской среды из пластикового мусора вымывается целый “букет” чрезвычайно токсичных веществ. Два штамма *Prochlorococcus* подвергались воздействию фильтра, полученного выщелачиванием из обычных пластиковых изделий: полиэтиленовых пакетов высокой плотности (ПЭВП) и поливинилхлорида (ПВХ). “Мы показываем, что воздействие выщелачивания сильно ухудшает рост *Prochlorococcus in vitro*, производительность фотосинтеза и приводит к изменениям транскрипции <процесса синтеза ДНК> всего генома, – отмечают учёные в цитируемой статье. – Штаммы показали явные различия в степени и времени их ответа на каждый выщелачиваемый материал. Следовательно, воздействие пластического фильтра может повлиять на состав сообщества морских *Prochlorococcus* и, возможно, на более широкий состав и продуктивность сообществ фитопланктона океана”.

Экспериментально доказано, что после 72 ч воздействия фильтра из пластика плотность популяции обоих штаммов была снижена для всех тести-

руемых уровней выщелачивания. Но даже самих исследователей поразило количество органики, содержащейся в пластиковых фильтрах: для ПЭВП – 5877, а для ПВХ – 10658 компонентов! Ни в одной из существующих баз данных не удалось найти ничего, хотя бы близко похожего на этот “букет”. Цинк, медь, никель, марганец – все эти металлы обнаружены в фильтрах.

Немного оптимизма во всю эту грустную токсикологическую картину может, пожалуй, внести пока только одно: все эти исследования проводились в лабораторных условиях (*in vitro*). Не случайно и сами учёные подчёркивают: “Невозможно приравнять наши лабораторные эксперименты к определённой концентрации пла-

стика в океане, но ясно, что морские организмы, включая *Prochlorococcus*, будут всё чаще сталкиваться с пластиковыми частицами в окружающей среде. Там, по оценкам, около 1.8 триллиона пластиковых частей в пределах 1.6 млн км² “большого тихоокеанского мусорного пятна” – регион в северной части Тихого океана субтропического круговорота, где *Prochlorococcus* является наиболее распространённым фототрофом, его концентрация в поверхностном смешанном слое достигает 10⁸ клеток на литр”.

Увы, сильно обольщаться, – мол, Мировой океан всё переварит, – не следует. Не переварит.

По оценкам экологической организации AMRT, только в северо-западной части Тихого океана сейчас дрейфует около 100 млн т плавучего пластикового хлама, а в юго-восточной части Тихого океана – в несколько раз больше! Пластиковые острова появились уже в Арктике, в некоторых “тихих регионах” Индийского и Атлантического океанов

Оказалось, что в условиях океанской среды из пластикового мусора вымывается целый “букет” чрезвычайно токсичных веществ. Два штамма *Prochlorococcus* подвергались воздействию фильтра, полученного выщелачиванием из обычных пластиковых изделий

и даже в Средиземном море. Сегодня 10–15% рыб имеют остатки пластика в своих желудках.

Эти выводы подтверждает и недавнее исследование, проведённое экспедицией Института океанологии РАН. Результаты были опубликованы в журнале *Science of the Total Environment*. Океанологи изучали загрязнение Мирового океана микропластиком (размеры частиц – от 0.5 до 5 мм). При отборе проб из Балтийского моря было обнаружено, что именно пластиковые микроволокна преобладают во всех загрязнениях, причём больше всего их у поверхности воды и вблизи дна. “Почему микропластик, который легче воды, оказывается на дне моря и вблизи берега и разносится по всему океану? Предварительный ответ таков: эти микронные ниточки пластика постепенно обрастают бактериями и микроводорослями и начинают опускаться вниз, на дно”, – пояснил один из участников экспедиции Андрей Багаев.

Между тем, превращение Мирового океана в “пластиковый бульон” идёт по нарастающей. Вот лишь несколько из самых свежих сообщений.

Согласно правительственным данным, островное государство Восточный Тимор с населением 1.3 млн человек производит около 70 т пластиковых отходов в день³.

Архипелаг Кокосовые острова (27 коралловых атоллов) принадлежит Австралии и расположен в Индийском океане. На них обитают всего 600 человек. В 2019 году учёные исследовали семь из этих кусочков суши и нашли... 414 млн кусков пластика на одном из самых отдалённых атоллов. При этом

надо учесть, что экологи рассматривали только 10-сантиметровый слой песка. Всего же, по их оценкам, здесь скопилось 262 т пластика⁴.

Есть ли выход из этого “пластикового наваждения”? Прежде всего – это сбор и переработка пластика. Тот же Восточный Тимор станет первой страной в мире, которая будет утилизировать все свои пластиковые отходы. Совместно с Австралией Восточный Тимор построит завод по переработке пластиковых отходов, стоимостью 40 млн долларов. Планируется, что завод начнёт функционировать в конце 2020 года. А пока, по оценкам экспертов Группы Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества, пластиковые отходы наносят ущерб туризму, рыбной промышленности и судоходству в регионе на сумму 1.3 млрд долларов в год.

Ещё один вариант – создание биоразлагаемых пластических масс. Такие разработки ведутся во многих странах мира. И кое-где уже есть обнадеживающие результаты: вместо 450–500 лет, пластик разлагается за год-полтора. Но, во-первых, в лучшем случае – всё это полупромышленные разработки, а во-вторых, кто гарантирует, что фильтрат

от биоразлагаемых пластмасс не будет столь же токсичен, как упомянутый выше от ПВХ и ПЭВП...

В любом случае, первый и самый важный шаг – создание системы раздельного сбора мусора. В Москве, например, в последние два года повсеместно появились контейнеры для раздельного сбора: стекло – отдельно, пластик – отдельно. Согласно социологическому опросу “Левада-Центра”, две трети россиян (66%) выразили готовность сорти-

В любом случае, первый и самый важный шаг – создание системы раздельного сбора мусора. В Москве, например, в последние два года повсеместно появились контейнеры для раздельного сбора: стекло – отдельно, пластик – отдельно

³ В Восточном Тиморе появится завод по переработке пластиковых отходов // <https://regnum.ru/news/2631353.html>

⁴ Кокосовые острова превратились в “мусорные” // <https://news.mail.ru/society/37354117/>

ровать мусор у себя дома для его дальнейшей переработки. 16% респондентов уже практикуют отдельный сбор мусора, и каждый второй россиянин готов к этому, если баки для отдельного сбора будут находиться рядом с домом. 29% сограждан не готовы отдельно собирать мусор. Среди причин респонденты назвали отсутствие времени и места в квартире. (Опрос проведен 21–27 марта 2019 года по репрезентативной все-

российской выборке городского и сельского населения объемом 1600 человек в возрасте от 18 лет в 137 населенных пунктах, 50 субъектах РФ)⁵...

А пока, по последним оценкам, в Мировом океане находится 5.25 трлн единиц пластмассы – больше, чем количество звезд в Млечном Пути!

⁵Большинство россиян готовы к отдельному сбору мусора // Сообщение агентства ИНТЕРФАКС, 15 мая 2019 г.

Если Вас интересуют проблемы энергетики, экономики и экологии: энергетическая политика и безопасность стран и регионов, нефте- и газодобыча, энергопроизводство и его экологические последствия, энергосберегающие технологии, прошлое, настоящее и будущее атомной энергетики, перспективы развития местных возобновляемых гелио-, ветро- и гидроресурсов, доступно и точно изложенные ведущими отечественными и зарубежными специалистами, а также разнообразные социальные проблемы, связанные с развитием топливно-энергетического комплекса, и многое другое (вопросы образования, здоровья, управления, природопользования и т.д.), Вам, несомненно, нужен ежемесячный иллюстрированный журнал Президиума Российской академии наук:

“ЭНЕРГИЯ: ЭКОНОМИКА, ТЕХНИКА, ЭКОЛОГИЯ”

Наш девиз – доступность и достоверность.
Именно поэтому журнал “Энергия” называют в числе самых авторитетных источников точной информации по проблемам экономики, экологии, энергетики.
Формат журнала удобен для:
– проведения дискуссий и рассмотрения различных точек зрения по актуальным проблемам развития энергетики и смежным научно-техническим направлениям;
– рассмотрения новых и малоизученных методов получения и преобразования видов энергии, с выявлением их перспектив для практического применения.
Будут приветствоваться также публикации обзорных статей:
– о деятельности различных отделений РАН;
– о наиболее важных результатах фундаментальных научных исследований и прикладных разработок, полученных в ведущих отечественных институтах и университетах.

В дополнение к специальным материалам в каждом номере “Энергии” Вы найдете материалы, посвященные гуманитарным проблемам современного мира.

Подписной индекс – 71095.
Желающие могут оформить льготную подписку в редакции. Тел.: 8(495)362-07-82