

Рецензентская копия



978-2-3798-4166-8



Регуманизация Футуризма через Дизайн

# Открытый журнал РеФутуризма

Специальное вековое издание

ВЕСНА 2131

Открытое Общество Дизайнеров, Осло

# Содержание:

**04**

Слово редакции

**09**

## 1. ГЛОКАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ: ОСОЗНАНИЕ РАДИКАЛЬНОЙ САМОБЫТНОСТИ ХХІІ ВЕКА И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ

Ирѣя Аоки, Парве Зенлин и Мануела Кадоган

### 1. Жизнь в украденное время: парадоксы климатической чрезвычайной ситуации

- 1.1 Климатическая чрезвычайная ситуация в пространстве и времени
- 1.2 Виновность сырьевого общества
- 1.3 Зеленый сдвиг энергетического баланса

### 2. Ликвидация ископаемого топлива и возмещение ущерба от изменения климата

- 2.1 Реэнергизация общественного достояния
- 2.2 Общественно полезная энергетика (2045-2076)
  - 2.2.1 Климатическая инфраструктура и муниципальные микросети
  - 2.2.2 Сообщества, поглощающие углерод
  - 2.2.3 Выращивание органических батарей
  - 2.2.4 3D Оптические солнечные элементы
- 2.3 Возникновение коренных энергетических культур: Народ Масиси (2076 и далее)
  - 2.3.1 Энергетические ритуалы Масиси
  - 2.3.2 Коренные ХАЙ-ТЕК разработки в биоорганической энергетике

### 3. Дискуссия

Библиография

**37**

## 2. СТАНОВЛЕНИЕ ЗЕМНЫМ: ЗОНЫ УСТОЙЧИВОСТИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА, СИМБИОТИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО И РЕГЕНЕРАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

Ѕквейтен-та-||квин и Лаи Синн Меи

### 1 Ломая жизнь

- 1.1 Биологическое уничтожение: биоразнообразие и экосистемные услуги
- 1.2 Кусяя руку кормящего
- 1.3 Возвращение земель: нарушенные договоры и уничтожение коренных народов
- 1.4 Кризисы легитимности

### 2 Возрождение жизни: Обновление социальных свобод для действий в области изменения климата

- 2.1 Переосмысление глобальной экономики
- 2.2 Восстановление Общества: Обновление социальной жизни
- 2.3 Деколонизация территории: реализация суверенитета коренных народов
- 2.4 Сокращение выбросов углерода: биоразнообразие и производство (2028-2054) 2.4.1

Создание сетей зон устойчивости к изменению климата (CRZ)

- 2.4.2 Подпольные сеялки Новой Момбасы CRZ
- 2.5 Преобразующая устойчивость: всекоренные автономные области (с 2054 года)
  - 2.5.1 Возникновение симбиотического мутуализма: Сознательная практика
  - 2.5.2 Симбиотическое производство в рамках CRZ
- 3. Дискуссия
- Библиография

### 3. ЗА ПРЕДЕЛАМИ VAPORWARE: ВСПОМИНАЯ ПРОГРАММЫ BLUE REPARATIONS

Разия Йаладас, Тон Конпа и Маунг Соу Чоудхари

- 1. Жизнь на Голубой планете: от устойчивого изобилия к резкому диссонансу
  - 1.1 Динамика криосферы
  - 1.2 Гидродинамика
  - 1.3 Морское биоразнообразие
  - 1.4 Запутанности в пресной воде и истинных человеческих издержках
  - 1.5 Кризисы воображения: ни дороги вперёд, ни назад, ни выхода
- 2. Вода - это жизнь: Климатические восстановления, достойные этого названия
  - 2.1 Технологическое достояние и вопрос об открытых технологиях
    - 2.1.1 Технологии изготовления биоремедиалов: Биоминерализаторы
    - 2.1.2 Приземлённость: возникновение симбиометаллургического сообщества
    - 2.1.3 О ледяных ступах Рейнмейкеров и искусственных ледниках
  - 2.2 Породниться с бледно-голубой точкой
    - 2.2.1 Электро-коралловый проект восстановления
    - 2.2.2 ерные коралловые болота Сундарбанов
- 3. Дискуссия
- Библиография

### 4. ПОСЛЕСЛОВИЕ

Библиография

### 5. ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

БИБЛИОГРАФИЯ

## Слово редакции

То, что вы держите в руках, - это вековой выпуск Открытого Журнала РеФутуризма. В ознаменование ста лет, прошедших с момента нашего первого издания, редакционная группа решила провести эксперимент, реконструировав исторические события, относящиеся к столетию климатических восстановлений. Весной 2131 года Центр Исследований РеФутуризма в Осло организовал серию лекций, посвященных столетию этого события. На мероприятии были организованы лекции, формирующие дисциплинарную коалицию для изучения прошедшего столетия действий и бездействия в области климата; попытка оглянуться назад, чтобы понять, что ждёт вас впереди, и каковы ставки. Представленные лекции и тезисы породили оживлённые дискуссии между соавторами и подняли ряд провокационных тем, что в итоге переросло в данную публикацию. Чтобы соответствовать уровню сложности, заявленному авторами, мы должны временно отказаться от традиционного подхода в пользу менее конвенциональных методов для этого специального векового издания. В то время как мы обычно публикуем статьи, в данном случае, учитывая специфический академический характер мероприятия, мы были вынуждены переосмыслить традиции нашей редакции. Поэтому мы решили разбить это издание на три большие главы. Однако, по традиции, этот номер публикуется одновременно на нескольких региональных языках. Вы держите в руках издание на русском языке.

В то время как многие, кто изучали начало 21-го века, были склонны воспринимать неизбежность социальных преобразований как самоочевидную, но это было совсем не так. В следующих главах реконструируются масштабы понимания кризисов того времени, что о них было известно в то время, и какие действия или бездействия предпринимались с учетом этих знаний. Как заключают авторы, для того, чтобы представить радикально иной образ общества в то время требовалось совершить, казалось бы, невозможное, чтобы предотвратить немислимое. Человеческая жизнь в те времена основывалась на противостоянии с миром природы. Подобно змее, кусающей свой хвост, режимы прошлого постоянно противоречили сами себе, разрушая то, что они должны были восстанавливать и о чем они должны были заботиться. Эти противоречия были очевидны даже в те моменты, когда они неоднократно разрывали эти режимы на части, и все же, как бы странно это ни звучало, они снова и снова воспроизводились, как будто люди не могли представить себе иного пути развития. Эта так называемая кальцификация социального воображения дорого обошлась планетарной биосфере, поскольку были нарушены климатические пороги.

По этой причине данная публикация была непростой задачей исторической реконструкции, учитывая, насколько чуждыми нам кажутся сегодня те принципы, которые привели к тем тенденциям, о которых говорится в публикации. Нам всё ещё трудно представить себе как и почему то общество намеренно игнорировало возможности реализации благ и свобод, едва лишь скрытых от глаз, но лежащих на поверхности. Один из авторов выразил эту тенденцию как “колоссальную глупость цивилизационных масштабов”. Несмотря на невообразимые трудности, те, кто боролись с зависимостью от ископаемого топлива и за возмещение вреда

от изменения климата, продолжали проявлять творческую смелость во имя общества будущего, построенного на несколько иных принципах. В этих главах также предпринята попытка осветить некоторые трудности, с которыми сталкивались наши предки, и жестокие преследования, которым они подвергались.

Иногда легко упустить из виду, что проекты по возмещению ущерба от изменения климата и “Blue Reparations” также в свою очередь были цивилизаторскими движениями. Ругуманизация повседневной жизни привела к тому, что многие фундаментальные свободы трансформировались в настоящие живые культуры. Климатическая справедливость в повседневной жизни не подлежала обсуждению, а развитие институтов заботы и социальных свобод оказалось несравненно более симбиотическим для движений за устойчивость к изменению климата, чем многие признавали в то время. Возможно, ещё предстоит понять, чего нам все еще может не хватать сегодня, когда мы переосмысливаем эти формы “социальных свобод” прошлого, описанных авторами. Права и Свободы, оказавшие ощутимое влияние на мир: от зон устойчивости к изменению климата до общекоренных древних сообществ; от сетевых муниципальных микросетей до кореннизации энергетических культур, возникающих в радиоактивных ландшафтах; от свободы мечтать о безрассудных “Рейнмейкерах” (генераторах дождя) до успехов симбиометаллургических практик; и все это благодаря колоссальному проекту по восстановлению черных коралловых рифов.

Мы надеемся, что тем, кто читает эту публикацию, идеи, содержащиеся в ней, интересны так же, как и нам.

Команда редакции  
Центр Изучения РеФутуризма  
Открытое Общество Дизайнеров, Осло



Планетарное осмысление

Иллюстрация: Сефин Александер

**“Энергетического кризиса на самом деле никогда и не было,  
был лишь кризис цивилизационный”**

– Ноам Ариях (2106), первое письмо старейшин Масиси к Старому Миру





# 1. ГЛОКАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ: ОСОЗНАНИЕ РАДИКАЛЬНОЙ ИНДИГЕННОСТИ XXII ВЕКА И НЕ ТОЛЬКО

Перевод с шведского, саамского, пурубора и португальского языков

## Введение

22-й век продолжает нести на себе долгосрочное наследие индустрии ископаемого топлива прошлых столетий и связанные с этим опустошения наших планетарных экосистем. Хотя индустриальная цивилизация возникла на мгновение, она почти так же мгновенно превратилась в экзистенциальную угрозу для всего живого и для самой себя. В этой главе мы рассмотрим техно-историческое наследие этого периода до 22-го века, которое может помочь нам понять глобальную энергетическую культуру наших предков того времени, основанную на веках “дешевого” ископаемого углеводородного топлива, выкачивающего углерод из Земли и океанических пластов. Несмотря на почти полный крах цивилизации на этом пути, 22-й век, похоже, продемонстрировал некоторые многообещающие признаки восстановления, если это можно так назвать.

Хотя политическую, социально-экономическую и экологическую борьбу этого периода можно изучить в открытых архивных документах, в данной главе мы рассмотрим некоторые из этих перспектив для более последовательного понимания регенеративных практик, обеспечивающих устойчивость сообщества, через определенные артефакты возобновляемой энергии. Другие практики возникли в прошлом веке, обеспечив трансформацию инфраструктур возобновляемой энергии по всему миру. Хотя некоторые артефакты, такие как принтеры для печати органических батарей и 3D-печатные волоконно-оптические солнечные батареи, были интегрированы в муниципальные микросети, мы будем рассматривать их в контексте, в котором они были реализованы. Это могло привести к появлению вариантов “радикальной индигенности” в конкретных регионах, которые фундаментально переосмыслили более симбиотические понятия производства и потребления энергии для нас. По мере развития плюралистических социокультурных и экологических путей возмещения ущерба от изменения климата развивается и радикальная индигенизация техно-социальных сфер коммунальной жизни. Появилась новая возможность того, что среднее глобальное потепление может замедлиться до 2оС, как бы преждевременно это ни было.

## Irja Aioki

Теоретик дизайна,  
Открытый Институт Науки, Инари

## Parve Zenlin

Открытое Общество Антропологии, Стокгольм

## Manuela Cadogan

Историк Изменения Климата;  
Открытое Общество Антропологии. Стокгольм

## Ключевые слова:

Возобновляемые источники энергии,  
Изменение климата,  
Отказ от ископаемого топлива,  
Углеродное неравенство,  
Коренизация/Индигенизация

## 1. Жизнь в украденное время: парадоксы климатической чрезвычайной ситуации

Очевидно, что вызовы 22-го века отличаются от тех, что были до него, разделенные континуумами пространства и времени. Однако вопрос о том, почему стал возможен почти полный крах цивилизации, остается без ответа, в то время как большая часть 22-го века продолжает жить в условиях “парниковой Земли”, предсказанной более века назад (Steffen et al., 2018; Ubumwe, 2114). Каким бы радикальным ни было наблюдаемое в последнее время сокращение глобального энергетического следа (Richardson et al., 2129), этот сдвиг произошел с большими потрясениями, в конечном итоге создавая отрицательные петли выбросов, необходимых для регенеративных, возобновляемых энергетических переходов. Чтобы попытаться понять возникновение этих изменений, необходимо понять их в контексте того, как они произошли, и, возможно, обеспечить человечеству стабильную биосферу за пределами “парникового” состояния.

### 1.1 Климатическая чрезвычайная ситуация в пространстве и времени

На протяжении десятилетий межправительственные комитеты, изучавшие эти проблемы, единодушно пришли к выводу о необходимости радикальных изменений в организации человеческой жизни. Они призвали прекратить выбросы ископаемого углерода и остановить “умышленное уничтожение целых экосистем”, призывая правительства принять радикальные меры по восстановлению и регенерации экосистем (IPCC, 2018; IPBES, 2019). Системы социально-экономических гегемонов игнорировали эти предложения столь же настойчиво, как они публиковались. Национальные государства и правящие режимы преследовали удивительно причудливые и иррациональные цели бесконечного экономического роста под видом прогресса человечества. Человеческая цивилизация преодолевала термодинамические пороги планеты, в то время как те самые механизмы и структуры, что изначально вызвали кризис, предлагались в качестве средства его разрешения (рис. 1а).

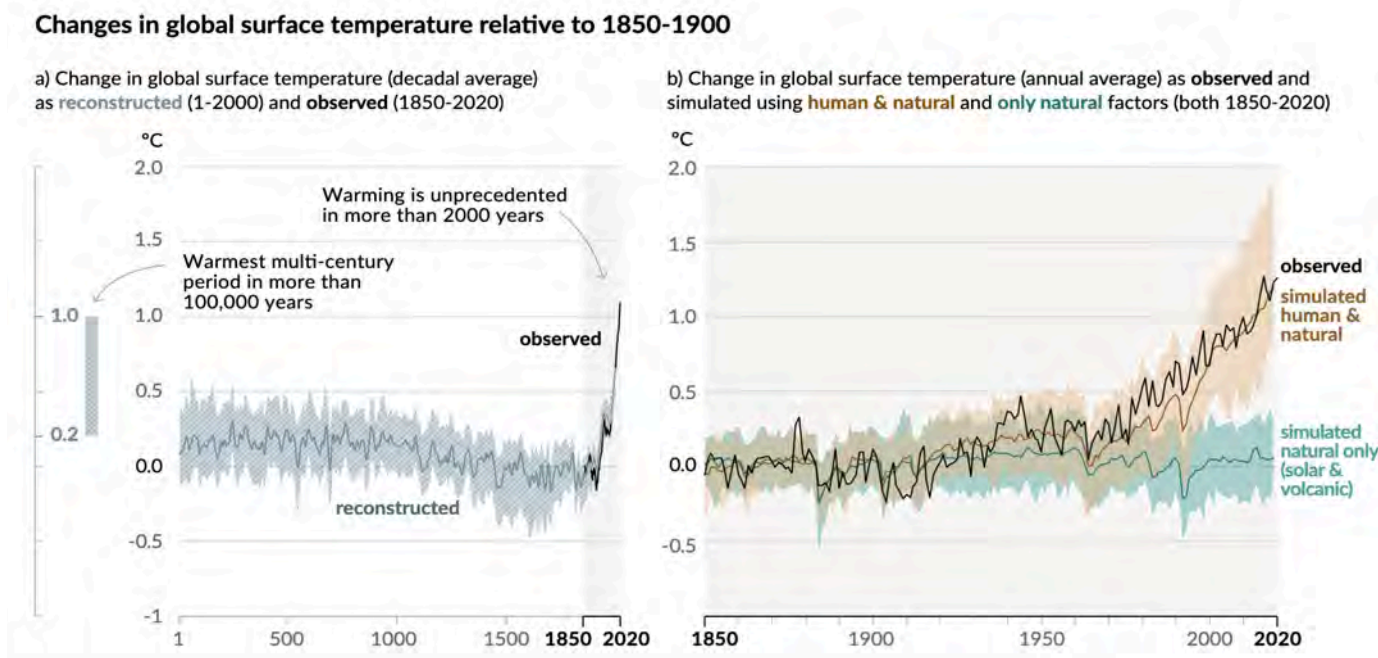


Рис 1 Что было известно о глобальном изменении температуры и причинах глобального потепления из данных около 2020 года а) Изменения глобальной температуры поверхности, реконструированные из архивов палеоклимата и прямых наблюдений; б) Изменения глобальной температуры поверхности из-за антропогенных и естественных факторов (коричневый) и только из-за естественных факторов (солнечная и вулканическая активность, зеленый). Источник: (МГЭИК, 2021)

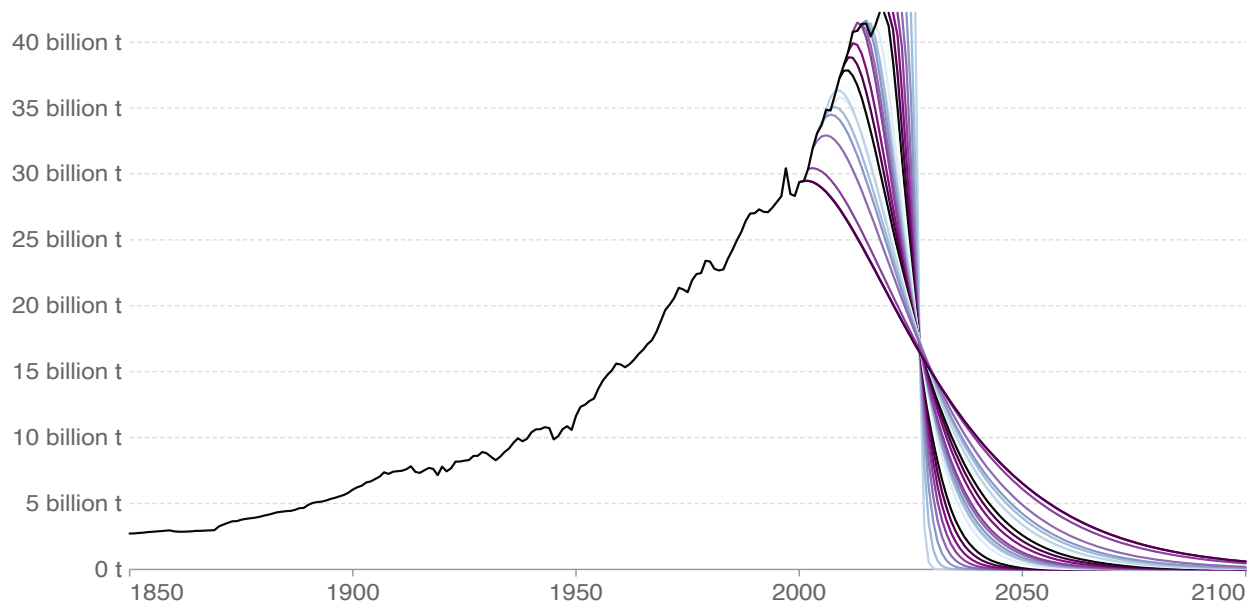


Рисунок 2 Трактория перехода к возобновляемым источникам энергии в начале 21 века была сосредоточена на ограничении глобального потепления до 1,5 ° C, однако глобальные действия были отложены до самой последней минуты, что стало упущенной возможностью, поскольку в то время не все виды энергопотребления могли быть электрифицированы, и это время истекало задолго до того, как должны были произойти какие-либо из этих изменений. Изображение нашего мира в данных, 2019

Слон в комнате стал слишком очевидным, чтобы его игнорировать. Общее потребление энергии и выбросы росли экспоненциально на порядки, гораздо значительнее, чем в доиндустриальную эпоху (Рис 1 б). Несмотря на значительные успехи в освоении возобновляемых источников энергии, они бледнели по сравнению с общими объёмами использования ископаемого топлива в глобальной энергетической системе (Рис 2), не проявляя никаких признаков к снижению в то время. Учитывая инерционность климатической системы, эффект потепления от выбросов не проявлялись в течение примерно трех десятилетий. Из-за этого “углеродного лага” большая часть потепления уже была заложена и вышла бы наружу, даже если бы глобальные выбросы стали остановились в одночасье, что в то время и так казалось невообразимым (Rauf, 2064). Чем дольше мир ждал, чтобы начать действовать, тем круче становилась кривая для резкого сокращения выбросов (рис. 2). В этих условиях возобновляемые источники энергии не могли решить проблему исторических ископаемых выбросов энергетической системы в рамках “сценария “бизнес как обычно”. Доля существующей инфраструктуры ископаемого топлива в глобальном энергобалансе должна была радикально сократиться (Рис 2). Во-вторых, какие бы энергетические системы ни были необходимы для основных функций цивилизации, они должны были бы быть заменены возобновляемыми источниками энергии за время меньшее, чем необходимого для их производства (рис. 2).

## 1.2 Вина сырьевого общества

В довольно упрощенном виде богатство “развитых” стран в рамках этих экономических механизмов опирается на наследие более пяти веков колониальных, постколониальных и неоколониальных режимов. Мера успеха многих социально-экономических экспериментов основывалась на измерении экономических показателей, которые представляли собой ненасытные возможности потребления живой биосферы в качестве “топлива и корма для господства накопленного капитала”. Возможно, более актуальными для нашего обсуждения являются последние пару столетий, когда эти возможности для экстрактивного накопления росли экспоненциально, основываясь на “дешевизне” ископаемого топлива, такого как уголь, сырая нефть и природный газ (Urbomwe, 2114). Изобилие и субсидированная добыча этих ресурсов сделали их “дешевыми” источниками энергии, со временем обеспечив неоколониальные формы

экспансии посредством эксплуатации и доминирования, а также создав уязвимую зависимость от них (Patel & Moore, 2017; Ubumwe, 2014).

Это удешевление привело к изобретению абстрактной сущности под названием “национальная экономика”. Это весьма своеобразное изобретение начала XX века было призвано управлять планированием избыточного военного производства и контролировать денежное распределение во избежание кризисов. Для измерения такой экономики чистой меновой стоимости были разработаны специализированные макроэкономические показатели и инструменты. Ныне устаревший показатель валового внутреннего продукта (ВВП) был одним из инструментов для измерения состояния доминирующих государственно-капиталистических систем того времени и воспринимался как таковой, даже если эти показатели были всего лишь надуманными абстракциями (Maithili & Tenzing, 2016).

Однако помогали ли эти экономические модели удовлетворять основные потребности общества в хорошем качестве жизни - это уже другой вопрос (Munda, 2058; Ubumwe, 2114). В отношениях между странами это привело к появлению некоторых “привилегированных наций”, чей образ жизни создавал выбросы, намного превышающие выбросы бедных “неимущих” стран (Althor et al., 2016; Doon, 2035; IPBES, 2043; Oxfam, 2015). Это неравенство было основано на незаконном наследии исторического колониального грабежа и оспаривалось на этих основаниях (Hickel, 2018). Кроме того, возникает вопрос о том, какие социально-экономические классы должны изменить свой образ жизни. Несколько исследований подтверждают, что ответственность за выбросы, связанные с образом жизни, коррелирует с положением человека в экономической иерархии (Althor et al., 2016; Chancel & Piketty, 2015; Doon, 2035; Ubumwe, 2114). 10% крупнейших эмитентов, распределенных по всем континентам в условиях глобализации экономического порядка, ответственны за выбросы примерно в две тысячи раз больше, чем группа стран с самым низким уровнем дохода (Chancel & Piketty, 2015). Более того, эти “выбросы изобилия” 10%-ов ответственны за 45% глобальных выбросов, а “выбросы пропитания” беднейших слоев населения из нижних 50% составили всего 13% глобальных выбросов (рис. 3).

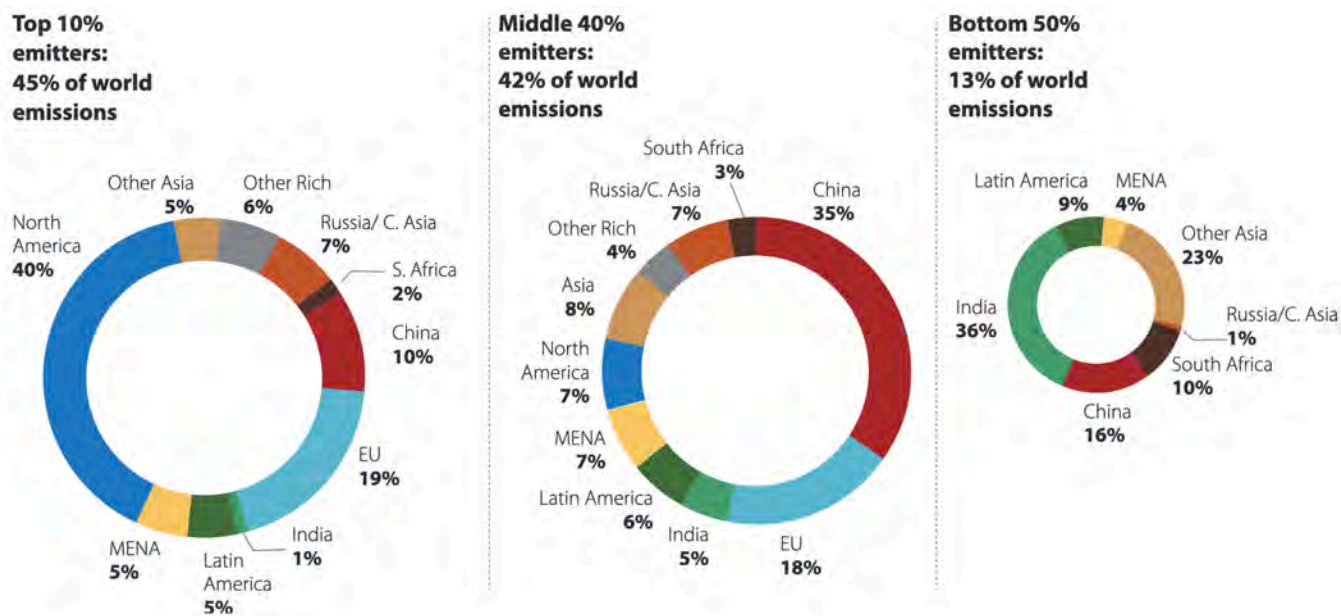


Рис. 3 Распределение 10 крупнейших, 40 средних и 50 малых эмитентов в мире в 2015 году. Богатейшие слои населения мира потребляли гораздо больше, чем бедные слои населения. Даже среди 10% крупнейших мировых эмитентов 40% выбросов CO2e приходилось на граждан США, 20% - на ЕС и 10% - на Китай. Кредит: (Chancel & Piketty, 2015) Источник: (Chancel & Piketty, 2015)

Хотя в «постколониальный период» произошли некоторые радикальные изменения в этих отношениях, тем не менее, многие модели экоцида из так называемого «Глобального Севера» стали переняты на «Глобальном Юге» как курс на развитие. Таким образом, в то время как глобальный ВВП рос, добыча ресурсов поглощала естественную среду обитания (Raymond, 2044). В короткие циклические периоды везде, где возникали подобные механизмы, создавался беспрецедентный избыток, не похожий ни на что, что культура когда-либо испытывала прежде, но избыток, изымаемый из мира природы и более слабых человеческих групп. Однако большая часть этого избытка предложения, называемого «ростом экономики», созданного искусственно в рамках этих экономических систем, немедленно зацикливалась обратно, чтобы стимулировать дальнейший рост спроса так же быстро (Maithili & Tenzing, 2106). В той мере, в какой индустриальный мир 21-го века был порожден таким наследием, он был построен на плечах маргинализированных людей и так называемой «дикий природы» (Hickel, 2018; Munda, 2058; Thekaekara, 2019). Любопытно, что этот избыток породил крайнюю враждебность по отношению к живой биосфере. В этих условиях богатство наций «оплачивалось» «жертвенными землями и жертвенными народами» (Munda, 2058; Ubumwe, 2114).

С удешевлением ископаемого топлива общества, зависящие от разнообразных сезонных источников энергии, получили доступ к более энергоемким ископаемым источникам для удовлетворения своих потребностей. Однако эти новые источники накапливались сверх существующих потребностей, в конечном итоге искусственно увеличивая потребление по всем направлениям. Несмотря на созданный ими материальный избыток, функционируя в рамках парадигмы бесконечного экономического роста, инфраструктура ископаемого топлива в глобальном энергобалансе еще больше ускоряла потребление по всем направлениям, находя все новые искусственные рынки сбыта, наращивая мощности добычи (Polimeni, 2008; Ubumwe, 2114; York, 2017). Эта тенденция, получившая название «парадокс Джевонса», еще больше сорвала бы достижение целей по ограничению глобального потепления атмосферы до 1,5°C.

В 1970-х годах те, кто стоял у руля этих институтов ископаемого топлива и покровительствующих им национальных государств, получили информацию о том, что траектории глобальных выбросов углерода приведут к разрушению экологической несущей способности биосферы (Speth, 2021). Задолго до того, как серьезность кризиса стала очевидной для глобального общественного сознания, эти знания были использованы для извлечения незаконной выгоды, одновременно подрывая доверие к науке и затуманивая общественное восприятие проблемы (Hall, 2015; Speth, 2021). В этот период также наблюдалось дальнейшее разрушение общественных договоров в условиях неоллиберальной экономики и ухудшение социальных институтов заботы. С каждым новым поколением общество переставало видеть светлое будущее. С каждым новым поколением светлое будущее становилось всё призрачнее.

На фоне климатической тревоги и страха перед надвигающимися угрозами, как реальными, так и воображаемыми, призывы к авторитаризму стали обычным делом. Массовое распространение климатической дезинформации усилило непоследовательные и гиперболизированные измышления. Эти структуры, связанные с интересами производителей ископаемого топлива, направляли недовольство возмущенного населения на разжигание патерно-националистических движений и усиление репрессий против наиболее уязвимых слоев населения (Malm & The Zetkin Collective, 2021; Mishra, 2017; Robinson, 2019; Zuboff, 2019). Эти экоцидальные режимы, по сути, являются изощренными формами отрицания климата, призванными пресечь любые попытки климатических действий. Таким образом, более половины ископаемого углерода, когда-либо выброшенного в атмосферу за всю историю человечества, было выброшено с полным осознанием последствий, а не неосознанно (Wallace-Wells, 2019).

### 1.3 Зеленый сдвиг энергетического баланса

Осознав неотложность задачи, стало крайне важно реализовать стратегии смягчения некоторых

проблем климатических кризисов по мере их возникновения. Однако, благодаря мощным картелям производителей ископаемого топлива, переход к возобновляемым источникам энергии в то время не имел систематических инвестиций. На этом фоне возобновляемые источники энергии были направлены на электрификацию глобальной энергетической сети и могли поддерживать только производство электроэнергии, которая составляла лишь мизерную долю от общего потребления энергии (Raymond, 2044). Электрификация энергетической инфраструктуры с помощью возобновляемых источников энергии с эквивалентными темпами должна была бы также решить проблему экспоненциального потребления ископаемой энергии в глобальном масштабе (рис. 4а). Многие в мировых политических кругах даже восхищались ростом и резкой “дешевизной” этих возобновляемых источников энергии по сравнению с ископаемым топливом (Gore, 2016). Эта “дешевизна” опиралась на неокOLONIAльную цепочку поставок, сформированную за счет эксплуатируемых, порабощенных и маргинализированных слоёв населения и экосистем, оставляя за собой следы насилия и экологического разрушения (Doon, 2035).

Полный переход на возобновляемые источники энергии при том же уровне благополучного потребления обеспечил бы истощение всех важнейших ресурсов задолго до того, как произошли бы существенные преобразования глобальной энергетической сети (García-Olivares & Solé, 2015). Один этот факт, как было отмечено, привел бы к краху капиталистической экономики того времени (García-Olivares & Solé, 2015), хотя этот процесс уже шел полным ходом. Учитывая многочисленные предупреждения климатологов (Ripple et al., 2017, 2019), траектории глобального потепления не ослабевали (Díaz et al., 2019), а перспективы “зеленого роста” выглядели невозможными, если не невероятными (Hickel & Kallis, 2019). В глобальном масштабе это были довольно недалёкие цели, ориентированные на энергию как на товар, приносящий ренту, а не на важнейшую социальную инфраструктуру, что еще больше экстернализирует экологические издержки.

Примерно в этот период мир также отчаянно ждал мифических “технологий отрицательных выбросов”, поскольку время для достижения целевых показателей выбросов истекало (IPCC, 2018, 2028). Технофиксные решения в виде технологий улавливания и хранения углерода (“CCS”), которые часто предлагались институтами добычи ископаемого топлива для дальнейшего ухода от ответственности, так и не были реализованы в необходимых масштабах. Более того, чтобы технологии быстрой декарбонизации заработали, они должны были быть реализованы в

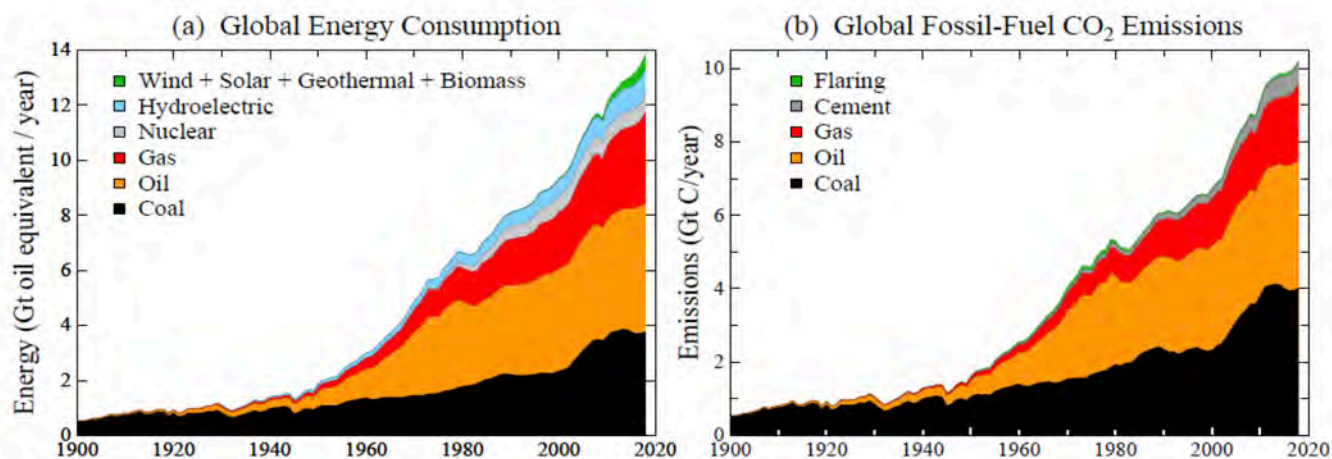


Рис 4 а) Доля возобновляемой энергии в мировом энергобалансе была мизерной по сравнению с потреблением ископаемого топлива. б) Экспоненциальный рост мировых выбросов ископаемого топлива (данные за 2020 год). Изображение Hansen (2020)

беспрецедентных глобальных масштабах производства, операций и скоростей. Кроме того, энергия, необходимая для производства, функционирования и поддержания этих систем, должна была поступать из углеродно-отрицательных источников, чтобы иметь хоть какой-то шанс на достижение климатических целей (Doop, 2035). Учитывая существующий на тот момент материальный след индустриального общества (Zalasiewicz et al., 2016), казалось немислимым, что массовое внедрение программ по секвестрации углерода будет достаточным для достижения необходимых масштабов, как показано на рисунке 4b.

В течение некоторого времени было ясно, что такие уровни выбросов в рамках программы вечно экономического роста принципиально несовместимы с планетарным благополучием. Таким образом, в то время как тенденции глобального потепления продолжали ускоряться (Xu et al., 2018), пути ограничения средней глобальной температуры не более чем на 1,5°C выше доиндустриального уровня выглядели до крайности наивными (Schwartz, 2018). Наши предшественники бодро шагали к пропасти, даже если ценой этого было непреднамеренное уничтожение материальных и экономических возможностей будущего их потомков (García-Olivares & Solé, 2015; Ubumwe, 2114). Сегодня мы знаем, что экзистенциальная угроза была симптомом еще не получившего ответа цивилизационного вопроса, лежащего глубоко в основе кризисов, который и спустя столетие ставит в тупик историков изучающих ту эпоху.

## **2. Отказ от ископаемого топлива и возмещение ущерба от изменения климата**

К 2020-м годам цели в области климата смещались в сторону ограничения роста глобальных средних температур до 2°C вместо 1,5°C. Каждый уходящий год демонстрировал обещаниях и в конечном бездействии, один климатический саммит за другим климатическим саммитом. Социальный гнев подпитывал глобальные климатические повстанческие движения, которые с каждым годом набирали обороты. Стоимость труда охранников и милитаризация общественной жизни росли на фоне роста этих движений. Общественное беспокойство было ощутимым, когда пришло осознание, что уже нет времени, и что для обеспечения климатической справедливости не осталось ничего, кроме решительных и радикальных решений. Даже по мере разработки новых соглашений по климату социальным, политическим и экономическим структурам становилось все труднее поддерживать свою легитимность. Когда был принят Договор о всеобщей климатической справедливости (UCJ), юридически обязательное международное соглашение, ратифицированное к тому времени более чем 170 странами, его влияние было неясным или, возможно, недостаточным для решения проблемы и требуемой срочности (Achibe, 2029)..

Драматические разоблачения быстро затмили этот договор среди движения за отказ от ископаемого топлива. После долгих десятилетий драматических судебных баталий “комплекс энергетического-медиа-фашизма” в конце концов предстал перед судом и был признан виновным в своих преступлениях против человечности и экоциде (ICC, 2039). Как установлено в докладе Комиссии Донцигера, “комплекс энергетического-медиа-фашизма” усугублял климатические кризисы на протяжении более чем полувека глобального отрицания климата посредством отчаянных призывов к национализму, антиинтеллектуализму, цензуре, изгнанию и укрепленным границам (Malm & The Zetkin Collective, 2021). Эта реакционная связь намеренно саботировала действия по борьбе с изменением климата, сея сомнения в общественном сознании, культивируя атмосферу глубокого пессимизма. Они “мобилизовали широкий, сложный спектр риторических стратегий со всего политического спектра, которые не стремились к последовательности, поскольку их непоследовательность была частью их силы” (ICC, 2039). Истинные масштабы его экоцидных действий привели человеческое общество в опасную близость к полному социальному коллапсу, вызвав неисчислимые человеческие страдания и поставив под угрозу всю жизнь на самой планете на этом пути (Ubumwe, 2114). Эти институциональные объединения, работающие

на ископаемом топливе, были обвинены в экоцидных действиях и распущены, а судебные решения сочли их активы подходящими для финансирования компенсаций за изменение климата (ICC, 2039; Ubumwe, 2114).

Конечно, просто принятия решений недостаточно. Движение за отказ от ископаемого топлива также поддерживалось постоянными социальными и политическими действиями по всему миру, что привело к бойкоту проектов по добыче ископаемого топлива и отчуждению активов, которые систематически исчезали с самих мировых рынков. Во всем мире климатические ассамблеи и демократические референдумы заставляли национальные государства реагировать, обеспечивая исполнение их решений по всему миру. Эти действия оказались последним переломным моментом для ликвидации инфраструктуры добычи полезных ископаемых во всем мире, реализовав, казалось бы, невозможное (Doon, 2035; Ubumwe, 2114). Программа возмещения последствий изменения климата (CLIMAREP) заключалась в перераспределении и возврате активов этих транснациональных институтов и создании крупнейшего в истории человечества пула программ социального финансирования (Doon, 2035), немедленно перенаправленных на выплату компенсаций за экоцид общинам коренных народов, работу по уходу и введению инфраструктуры устойчивой к изменению климата.

## 2.1 Реэнергизация общественного достояния

К концу 2030-х годов практически не осталось транснациональных инфраструктур, работающих на ископаемом топливе, и земля ушла у них из-под ног. Поскольку инфраструктура ископаемого топлива осталась неиспользованной, а их рынки ликвидированы, их запатентованные технологии и инфраструктуры были открыты в соответствии с пунктом “Открытая передача технологий” договора UCJ и перераспределены для общественно полезного производства и реконструкции (Cuentas et al., 2029; Devi, 2035). Одним из многих аспектов договора был безусловный, всеобщий доход, приемлемый для жизни, гарантирующий основные экономические свободы для каждого живущего человека в рамках глобального равенства. Этот единственный рычаг воздействия сыграл ключевую роль в сокращении глобальной бедности одним махом, что совпало с резким повышением индексов человеческого развития по всему миру, особенно на Глобальном Юге (Doon, 2035). Фонды возмещения ущерба также помогли вернуть ресурсы на укрепление инфраструктуры сообщества, поскольку необходимым условием была совместная институциональная собственность, основанная на совместном принятии решений. Вопреки ожиданиям многих сторонников и противников базового дохода, более половины населения земного шара теперь избавилось от изнурительной бедности и необходимости работать и не сидит без дела (Doon, 2035; Ubumwe, 2114; Vemula, 2116). Во многих частях старого “Глобального Юга” люди были заняты созданием и реализацией программ для себя, таких как социальная инфраструктура здравоохранения, образования, жилья и экологического земледелия.

Поскольку оценки человеческого прогресса, основанные на ВВП, в настоящее время устарели, акцент на благополучии человека и окружающей среды стал предпочтительной мерой для максимизации качества жизни. Субсидии на ископаемое топливо могли бы быть перенаправлены в рамках программ возмещения ущерба, на оплату того, что до этого было в значительной степени неоплачиваемой работой по уходу (Graeber, 2014, 2018) или теневым рынком труда (Ilich, 1980). Эта непризнанная “работа по уходу”, выполняемая маргинализированными женщинами и другими группами населения, по-прежнему имеет важное значение для воспроизводства общества (Doon, 2035). Эта структура объединила гораздо более целостный, “экологический” взгляд на экономику, оказывая при этом непосредственное влияние на уровень выбросов за счет уменьшения “следа” и улучшая социально-экономическое благосостояние, более эффективно, чем какая-либо проводимая политическая программа. Хотя это было известно только в начале 21 века как второстепенное явление и в основном ограничивалось экономическими субъектами (Paul, 2019), гарантированный доход, достаточный для жизни, наряду с сокращением глобальной



рабочей недели до максимум 3 дней, должен был стать стандартной рабочей неделей на практике (Fabre, 2032). Промышленная и экономическая инфраструктуры сокращались по замыслу, а не из-за их коллапса. Избыточные мощности были перенаправлены и адаптированы к возрождению социальных свобод и благ, а также экосистемных услуг, что привело к сокращению многих чрезмерно раздутых экономик и перераспределению ресурсов между сообществами, которые в них острее всего нуждались.

Хотя регламентированная экономическая активность резко замедлилась, расширение социальных и культурных свобод сделало сообщества более энергичными и жизнестойкими, в то же время гарантируя долгосрочные, устойчивые системы социальной защиты благополучия и развлечений (Lai, 2056). Понятие “рабочей недели” кажется абсурдным нам в 22 веке, потому что в этот период социальные горизонты расширились, начиная с четырехдневных выходных, освободив общества от так называемых “бессмысленных работ”. Таким образом, у населения было гораздо больше свободного времени, чем когда-либо, для своей собственной жизни и интересов. Вопреки многим заявленным опасениям по поводу программ с базовым доходом, вряд ли существовала “эпидемия скуки среди ленивого рабочего класса, лишённого цели”. Наметились значительные улучшения в общественном благосостоянии и социальной сплоченности, когда сообщества объединялись для реализации проектов взаимопомощи, таких как восстановление экосистем, очистка рек или создание продовольственных программ “с грядки на кухонный стол”. Многие такие инициативы координировали свои добровольные усилия в рамках глобальных сетей по программам действий людей в области изменения климата (Fabre, 2032). К концу столетия “работать” означало осознавать ответственность за заботу о других людях и за их отношения с ними. Например, кто-то может подарить кому-то средство для развлечения, преследуя свой интерес. Так получилось, что некоторые из этих занятий также высвободили ранее незадействованные интеллектуальные силы, которые способствовали социальному возрождению и достижения устойчивости к изменению климата с помощью движений “открытые знания”, “открытая наука” и “открытые технологии” (Cuentas et al., 2029).

Однако, решение этих проблем требовало высокого уровня координации на глобальном уровне. Первое время действия договоров о репарациях существовало сильное сопротивление со стороны властных структур и населения, вынуждавшего их уступить свои позиции. Участие в том, что когда-то называлось гражданской наукой, резко возросло (Wildschut, 2017). Это быстро стало неотъемлемой частью региональных и глобальных действий, связывающих программы действий по борьбе с изменением климата с демократическим способом принятия решений и вовлечению населения. За неотложными экологическими и социальными преобразованиями следили основанные на жеребьёвке демократические климатические ассамблеи, координирующие этот переход. В материальном плане целые индустриальные экономики были демократически переданы под управление сообществ с четким мандатом на создание социально значимых климатических инфраструктурных проектов. Это “общественно полезное производство” требовало сложной высокотехнологичной экспертизы на локальном, муниципальном уровне (Cooley, 1987; Devi, 2035; Smith, 2014). Инфраструктуры добычи ископаемых, землевладения и технологические инфраструктуры стали площадками для освоения передовых технологий. Производственные площадки Техносферы и Военно-промышленного комплекса были переданы их работникам, которые перепрофилировали их под проекты жизнеобеспечения сообщества (Doon, 2035).

Ресурсы, направленные на развитие местного социально-экономического и промышленного потенциала, создали институты и механизмы взаимодействия, которые стали жизненно важными. Это поддерживало программы повышения устойчивости к изменению климата более прямого воздействия, такие как агроэкология сообществ, зоны устойчивости к изменению климата (CRZ), управление водными ресурсами и восстановление экосистем. Новым промышленным предприятиям было предписано иметь отрицательный уровень выбросов углерода вблизи источников и использовать регенеративные средства производства товаров

первой необходимости. Эти учреждения координировали усилия с инициативными группами коренных народов, объединяющими гражданскую науку, движения за открытые знания и академические научно-исследовательские организации. Децентрализация и распределение высокотехнологичных производственных мощностей усилили регенеративные циклы местного потребления, основанные на улавливании и хранении возобновляемой энергии. Возобновляемые материальные культуры прошлого стали мейнстримными, усиленные синдицированными сетями муниципальных фаблабов, которые поначалу были маргинальными (Kohtala, 2016; Attias et al., 2017; Camere & Karana, 2018). К середине века добровольно создавались гражданские научные и открытые технические библиотеки, заменяющие массовое промышленное производство (Кретс, 2048). Оглядываясь назад, можно сказать, что они должны были стать местами крупных техносциальных прорывов, поскольку “общественно полезное производство” объединило усилия с преобразованиями в сфере образования в рамках более значительных усилий по гражданскому и культурному возрождению (Ngata, 2076). Эти реконфигурированные учреждения, управляемые муниципальными работниками, и общественными производственными мастерскими оказались ключевыми в более значительном переходе экономики в последующие десятилетия.

Хотя в то время было невозможно знать, сможет ли это когда-либо работать в масштабах, необходимых для сокращения выбросов, изменения в самом социально-экономическом духе времени привели к глубокому отходу от старой логики добычи и производства. В обществе с большим количеством свободного времени можно также наблюдать глубокие скачки в значимом материальном изобилии, синхронные со способностью сообщества использовать социальные формы игры, скажем, в обучении, спорте, развлечениях и социальных отношениях (Devi, 2035). Этот аспект социального благополучия остро отсутствовал в дискурсе вокруг предшествовавшего ему движения “Зеленый новый курс” (Bernes, 2019). С другой стороны, не были исторической редкостью и сложные культуры, которые раньше жили на низкоэнергетическом эквиваленте материально полноценной жизни (Brown, 2012). К 2034 году рухнут последние остатки мировой экономики, основанной на ископаемых ресурсах, и глобальный переход к замкнутой парадигме нулевого/низкого энергопотребления. Эти события стали ошеломляющими в глобальном масштабе.

## 2.2 Общественно полезная энергетика (2045-2076)

Примерно в 2040-х годах мир стал свидетелем появления обновления культурной жизни в виде политических, экономических и социальных возможностей межсекторальных кооперативных движений, глобального “сообщества сообществ”, достигающего консенсуса в отношении срочности совместных действий и согласования усилий для достижения целей устойчивости к изменению климата. Так уж получилось, что по мере того, как благосостояние людей улучшалось, несмотря на сокращение потребления, выбросы углекислого газа также резко сокращались, а атмосферный углерод, хранящийся в пригодном для использования материале, по сути, образует каскадный эффект человеческой деятельности и бездействия (Devi, 2035). В сочетании с представлениями местных коренных народов об экологическом восстановлении на их возвращенных землях стало возможным восстановить поврежденные экосистемы, хотя это был долгий и трудный процесс (Munda, 2058)..

Муниципальная производственная инфраструктура дополняла эти шаги, способствуя широкомасштабному внедрению аддитивного производства на местном уровне, являясь центрами для механизмов передачи возобновляемых технологий (Ngata, 2076). Помимо рыночных стимулов, эти пространства связывали научные группы граждан, фундаментальные исследования и другие научные учреждения для создания альтернативных каналов производства и распределения товаров и услуг первой необходимости (Devi, 2035). Эти демократические институты стали центрами распространения технологий устойчивости к изменению климата, таких как производство, распределение, ремонт и техническое обслуживание местных

муниципальных микросетей. Важнейшая технология устойчивости к изменению климата, такая как энергетические сети, будет развиваться, модернизироваться, адаптироваться и расширяться с помощью местных инструментов и технологий, основанных на зеленой химии и открытой науке. Вслед за перераспределением политической и экономической власти между сообществами на муниципальном уровне произошло “вытеснение” инфраструктуры и технологий, работающих на ископаемом топливе (Devi, 2035). Таким образом, энергетические сети принадлежали сообществам, именуемым платформенными кооперативами, и управлялись ими (Schneider, 2018).

### 2.2.1 Климатическая инфраструктура и муниципальные микросети

Модернизация муниципальных сетей, как правило, приводила к переходу от концепта мнимой дешевизны ископаемого топлива к более распространенным, регенеративным формам. Целью модернизированной системы микросетей было улавливание солнечного излучения и производство тепловой, механической, электрической и биологической энергии. При резком снижении потребностей в энергии преобразование энергетических сетей в общинные кооперативы позволило реализовать современные решения, гораздо более приспособленные к местным потребностям, позволяющим использовать различные источники энергии и ее хранение. Кроме того, открытие интеллектуальной собственности сделало возможным местное производство большинства основных коммунальных услуг, товаров и услуг, необходимых для целостного развития сообществ (Krets, 2048). Таким образом, они стали местами испытания передовых производственных систем и продолжали изобретать технологии, функционирующие при низком энергопотреблении и использовали доброкачественные экологические материалы местного производства (Devi, 2035). При практически полном отсутствии внешнего вливания энергии для создания этих инфраструктур они могли служить гораздо дольше, поскольку были предназначены для саморемонта и передачи для повторного использования из поколения в поколение. Эта технология, основанная на “зеленой химии”, также учитывала существующие наработки и технологии соляриной энергетики предыдущих десятилетий, срок службы которых

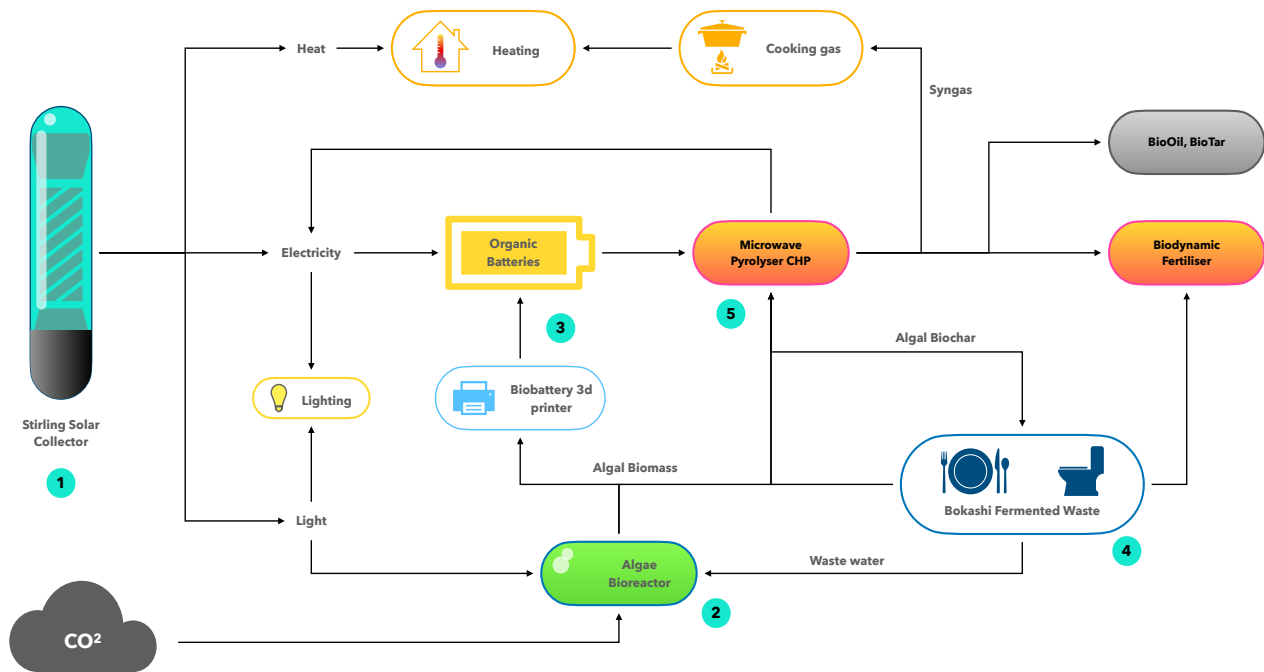


Рисунок 5. Предложена принципиальная схема того, какой могла бы быть типичная муниципальная микросеть, ориентированная на замыкание углеродных и питательных циклов в климатической инфраструктуре и работающая как платформенные кооперативы. Иллюстрация (Devi 2035)

подходил к концу и которые нуждались в техническом обслуживании и ремонте (Devi, 2035).

Одной из первых задач была модернизация критически важной, устойчивой к изменению климата энергетической инфраструктуры, а также, в случае необходимости, замыкание циклов производства энергии, городской агроэкологии, систем водоснабжения и канализации на муниципальном уровне (рисунок 5). Эта инфраструктура позволила осуществлять гиперлокализованные операции по обращению с отходами и управлению энергопотреблением с использованием энергии, вырабатываемой на нескольких этапах. Солнечное излучение было преобразовано непосредственно в электричество с помощью традиционных солнечных панелей и более новых оптических солнечных элементов с 3D-печатью. Биореакторы подключаются к системам канализации на основе ферментации, чтобы улавливать необходимые питательные вещества почвы для местных агроэкологических предприятий в качестве сырья. Плазменный пиролиз с использованием микроволновых технологий позволит дополнительно перерабатывать органические отходы с получением синтез-газа для получения тепла и биоугля или карбонизированного органического вещества, биоактивной среды для регенерации почвы (Devi, 2035). Эти системы терморегулирования использовали реверсивные тепловые насосы на каждой стадии процесса для выработки возобновляемой энергии. Вскоре эти энергетические микросети были подключены к био-опто-химико-механическим циклам энергетических систем городских и сельских домашних хозяйств и направили избыток энергии обратно в цикл производства материалов.

Этот цикл не только улавливал солнечную энергию в виде фотоэлектрической и тепловой энергии, но и делал это в рамках интегрированной “биодинамической” сети с конечным результатом связывания углерода у источника (рисунок 5). С их помощью формировался распределенный стандарт сообщества для энергетической микросети. В соответствии с положением об открытой передаче технологий в рамках договора UCJ технологические патенты и исследования становятся общественным достоянием (Cuentas et al., 2029). Благодаря вовлечению граждан и открытым академическим исследованиям, захватывающие дух новые разработки и их внедрение в общественно полезное производство стали обычным делом. Это привело ко многим прорывам в системах биофильного производства, разработке органических батарей на основе водорослей, биоуглеродных ультраконденсаторов, термоакустических генераторов в комбинированных системах теплоэнергетики и даже солнечных волоконно-оптических систем передачи (Ngata, 2076).

Ферментация органических отходов гарантировала, что они не разлагаются на большее количество парниковых газов, таких как метан и CO<sub>2</sub>, вместо этого компостируются или преобразовываются в богатые азотом и фосфором удобрения для почвы. Они в сочетании с методами производства микробиологического биотоплива из бытовых и муниципальных сточных вод обеспечили высококачественными органическими удобрениями муниципальные агролесомелиоративные инфраструктуры в региональных зонах устойчивости к изменению климата (CRZ). Были восстановлены и пополнены наземные экосистемы выше по течению рек, лишенные питательных веществ и здоровой микробиоты, а также мертвые зоны в пресноводных и океанических экосистемах возникшие ранее из-за неизбирательного использования удобрений и пестицидов. Это замыкание энергетических и питательных контуров в регионах, где были внедрены эти микросети, продемонстрировало значительный поворот в биоёмкости питательных веществ в почвах и качестве воды в пресноводных экосистемах (Min & Devi, 2052).

### 2.2.2 Сообщества, поглощающие углерод

Поскольку люди работают меньше и оторваны от “рыночной” стоимости рабочей силы благодаря всеобщим базовым доходам, достаточным для жизни, а фокус экономики смещается на координацию локализованного производства и потребления товаров первой необходимости, значительно сокращается добыча ресурсов и, как следствие, выбросы углекислого газа при

максимизации благосостояния людей. По сути, общины могли бы обеспечивать себя и процветать без необходимости возвращаться к старым моделям эксплуатации и постоянным экологическим катастрофам в погоне за благополучием. То, что продемонстрировали муниципальные микросети, было известно с самого начала — мифические технологии поглощения углерода начала 21 века (IPCC, 2018) вообще не были технологией — они должны были стать живой культурой (Devi, 2035). Возможности углеродно-отрицательной культуры не были чем-то неизвестным в истории человечества (Glaser et al., 2001), и о них говорили в контексте изменения климата и улавливания углерода также довольно давно (Bates & Draper, 2019). В рамках программ по восстановлению климата технологии улавливания углерода теперь доступны в рамках общего пользования, создавая новую материальную культуру, изолирующую вредные выбросы.

В рамках замкнутой муниципальной системы микросетей сброшенные и переработанные бытовые и коммунальные отходы перенаправлялись на местные программы агролесомелиорации под названием “с грядки на кухню” и на программы по восстановлению почвы. Побочные продукты пиролиза органики из нескольких потоков давали чистый углерод в виде биоугля и биомасла. Из этого пиролизованного сырья, скорректированного с учетом специфических электромеханических свойств на муниципальных кооперативных производственных предприятиях, таких как коммунальные солнечные литейные заводы, по сей день продолжают изготавливать высококачественные изолированные графитовые изделия и перерабатывать металлы. Зацикливание срока службы этих материалов помогло создать высокораспределенную, локализованную, “экологию” материалов, что привело к дальнейшему пику уровня выбросов и потребления.

Мы должны признать, что движения за открытые знания, включая работу сообществ открытых технологий и открытой науки, стали предшественниками изменения того, как происходили технологические прорывы в экономике. В то время они субсидировались за счет государственного финансирования, в основном из военных бюджетов. Несмотря на некоторые проблемы, связанные с правами интеллектуальной собственности, открытые технологические платформы стали единственным наиболее значительным источником технологической демократизации к концу 21 века. В рамках движения за Открытые Технологии местные специалисты в форме муниципальных кооперативных конфедераций мастерских имели полномочия разрабатывать и изготавливать эти технологические товары на небольших производственных мощностях. Для обеспечения качества товары должны были соответствовать потребностям сообщества, что было обусловлено географическим и социокультурным контекстом. Вместо того чтобы конкурировать на рынке, эти технологии должны были быть разработаны таким образом, чтобы быть устойчивыми к изменению климата и постоянно поддерживаться в рабочем состоянии. Открытые технологические сообщества поддерживают децентрализацию энергетических инфраструктур с помощью инициатив микросетей в качестве фундаментального шага для решения большей части технологических задач 22-го века, направленных на переход к возобновляемым источникам энергии.

### 2.2.3 Выращивание органических батарей

В условиях резкого падения мировых потребностей в энергии энергетические системы были более ориентированы на сезонные схемы выработки энергии, за исключением важнейших объектов социальной инфраструктуры. Эта задача потребовала переосмысления системы хранения энергии в ее бесчисленных формах. Было разработано устройство для 3D-изготовления органических батарей из водорослей и биополимеров на основе хитозана, которое можно подключить обратно к энергетической микросети. Однажды летом 2042 года в Сан-Паулу гражданский научный фестиваль собрал дизайнеров и технологов для работы с открытыми патентными архивами. В муниципальных производственных цехах технология быстро развивалась и за короткое время совершенствовалась в сообществе открытой науки. Проект “BiomA” (рис. 6а, б) был разработан для выращивания органических батарей с использованием



Рис 6а) Ранние версии органических водорослево-хитозановых биополимерных батарей, выращенных в биомА с низким разрешением б) БиомА - устройство для производства батарей, предназначенное для местного производства и потребления водорослевых батарей, быстро адаптированных для муниципальных микросетей глобальными группами гражданских ученых. Изображения Open Public Archives, (2052)

процессов с отрицательным содержанием углерода и безвредного химического и биологического сырья, такого как водоросли и биополимеры хитозана, полученные из экстрактов мицелия (Eonas, 2045).

С практической точки зрения, биомА полагалась на запасы водорослей, выращенных из микросети, и перерабатывала их далее. Устройство должно было создать специфическую смесь биополимеров водорослей и хитозана, акустически левитируя их в трехмерном пространстве для формирования морфогенетической структуры. В то же время ультрафиолетовый лазер сформировывал полученный биокомпозит в органическую батарею (Eonas, 2045). Учитывая открытые знания и инфраструктуру муниципальных мастерских, которая к тому времени уже существовала, концепция распространилась весьма широко, поскольку улучшения в дизайне устройства были значительно усовершенствованы. Таким образом, эти органические батареи быстро интегрировались в муниципальные микросети, обновляя инфраструктуру био-батарей в микросетях..

Биореакторы микросетевых водорослей настраивали питательные условия для выращивания определенных генотипов водорослей, нативных для данного региона, и обрабатывали их в цеховых синдикатах. Практически во всех случаях вложенная энергия для их производства приходилась на сезоны низкого спроса на энергию. В процессах пиролиза высококачественных биоуглеродных электродов использовались органические отходы, перерабатываемые в так называемые положительные “углеродные каскады” (Bates & Draper, 2019; Hassan et al., 2019). Полученные в результате остаточный синтез-газ и биомасла нашли новое применение в удобрениях для почвы, батареях и различных биополимерных применениях (Devi, 2035).

#### 2.2.4 3D Оптические солнечные элементы

Один из наиболее распространенных проектов в движении открытых технологий был сосредоточен на разработках, направленных на солнечные термоэлектрические регенераторы

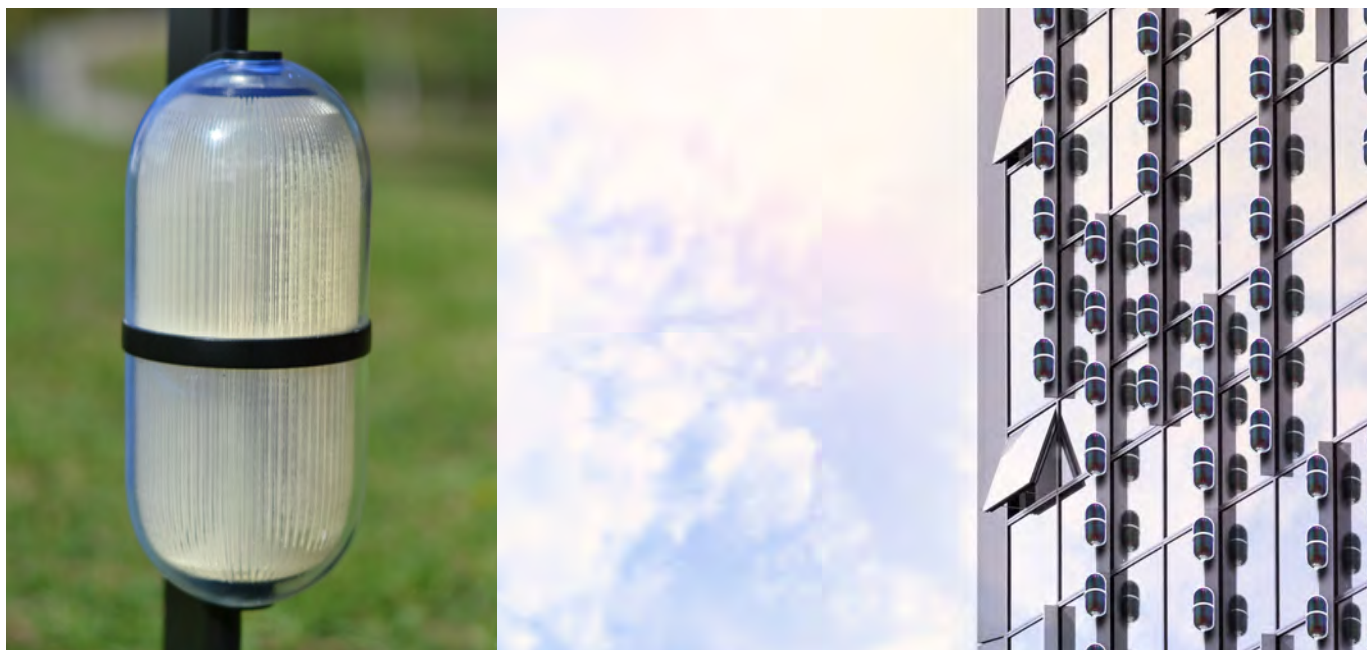


Рис 7 (а) 3D-печатные оптические солнечные элементы и (б) элементы, установленные на существующих городских инфраструктурах. Изображения Open Public Archives 2052

и напечатанные на 3D-принтере солнечные элементы (рис. 7а). Незадолго до разработки устройств для изготовления, таких как *biomA*, открытое научное сообщество начало работать с ним, перенастроив его для изготовления солнечных элементов. Эти широкомасштабные эксперименты с *biomA* ускорили изготовление волоконно-оптических солнечных структур. Они помогли заменить оставшуюся технологию кремниевых пластинчатых элементов, срок службы которых подходил к концу. Благодаря зелёной химии и низкому порогу производства, благодаря аддитивному производству и *open frameworks* эти волоконно-оптические солнечные элементы, создаваемые на 3D-принтере, получили быстрое распространение.

Фундаментальные исследования для этих солнечных технологий, таких как 3D-печатные волоконно-оптические структуры, аэрозольно покрытые перовскитами, уже были известны. Эти оптические структуры были покрыты гибридными «солнечными чернилами» из перовскита и оставались полностью независимыми от редкоземельных минералов для фотоэлектрических эффектов. Эти элементы занимали небольшую площадь, но обладали гигантской ёмкостью, что позволило быстро преобразовать существующие вертикальные городские пространства в солнечные коллекторы, дополняющие ограниченное солнечное пространство на крыше, без необходимости значительного ремонта (рисунок 7б). Этому шагу также помогли низкоэнергетические или основанные на пассивной энергии общественная инфраструктура, поглощающая углерод. Эти элементы послужили важной вехой на пути к разработке фотонных элементов 22-го века.

### 2.3 Возникновение коренных энергетических культур: Народ Масиси (2076 и далее)

Однажды весенним вечером 2076 года два выведенных из эксплуатации спутника (LEO) столкнулись на низкой околоземной орбите. Сегодня это столкновение известно как «событие Кесслера». Обломки этого столкновения создали экспоненциальный ‘эффект бабочки’, который в конечном итоге окутал атмосферу Земли космическим мусором и высокоскоростными осколками. Эти осколки нарушили спутниковую связь и вывели из строя около двух третей всех спутников LEO. В то же время площадь обломков сделала невозможными запуски спутников на ближайшие десятилетия. Это событие вызвало критические сбои во многих

системах связи, которые зависели от этих спутников (Chakraborty et al., 2076. Многие общины были отрезаны от внешнего мира, не имея возможности связаться с ним. Некоторые общины пытались выживать на месте, некоторые вообще покидали городские поселения, объединяясь во временные коммуны, приспосабливаясь к изменениям условий. Климатические переселенцы сформировали бы значительное число человеческих миграций, которые стали бы причиной социально-политических потрясений в начале 21 века.

Климатические движения начала 21-го века, которые расширили социальные свободы, воплотили более гуманные формы глобальной мобильности людей в ответ на непредсказуемые климатические изменения нашего времени (Xolotl et al., 2127). Зарождающиеся социальные и политические движения помогли людям обрести свободу переезжать и избегать непригодного для жизни окружения. С момента последней ратификации Соглашения об Открытых Границах в 2126 году этим общинам гарантирована свобода передвижения и интеграции в соответствии со всеми договорами, что знаменует возвращение к тем формам свободы, которыми когда-то пользовались наши предки на протяжении большей части истории человечества. Эти автономные сообщества во многих случаях наладили более широкое сотрудничество со многими региональными группами коренного населения, которые могли предложить убежище, формируя весьма экспериментальные сообщества и постоянно сознательно перестраивая социальные механизмы в качестве практики взаимного процветания.

Одной из таких общин являются народы Масиси, которые, как полагают, являются потомками переселенцев из северных районов Шпицбергена, мигрировавших сразу после события Кесслера в давно заброшенный район Чернобыля. Этот регион, когда-то бывший зоной радиоактивных осадков, непригодной для проживания людей, стал свидетелем того, как это сообщество процветает в этом регионе, как будто оно оттуда родом. Их связь с радиоактивной экосистемой, по-видимому, оставила явные признаки биоремедиации, распространяющиеся по радиоактивным почвам. В отличие от интегрированных муниципальных микросетей с замкнутым контуром, энергетические ритуалы как культурная практика являются довольно недавним явлением, несмотря на сообщения о подобном у аналогичных сообществ по всему миру. Любопытные энергетические ритуалы Масиси демонстрируют динамичную смесь привязанных к земле систем верований, уходящих корнями в научные знания начала 21 века, которые, похоже, развивались по совершенно особому пути.

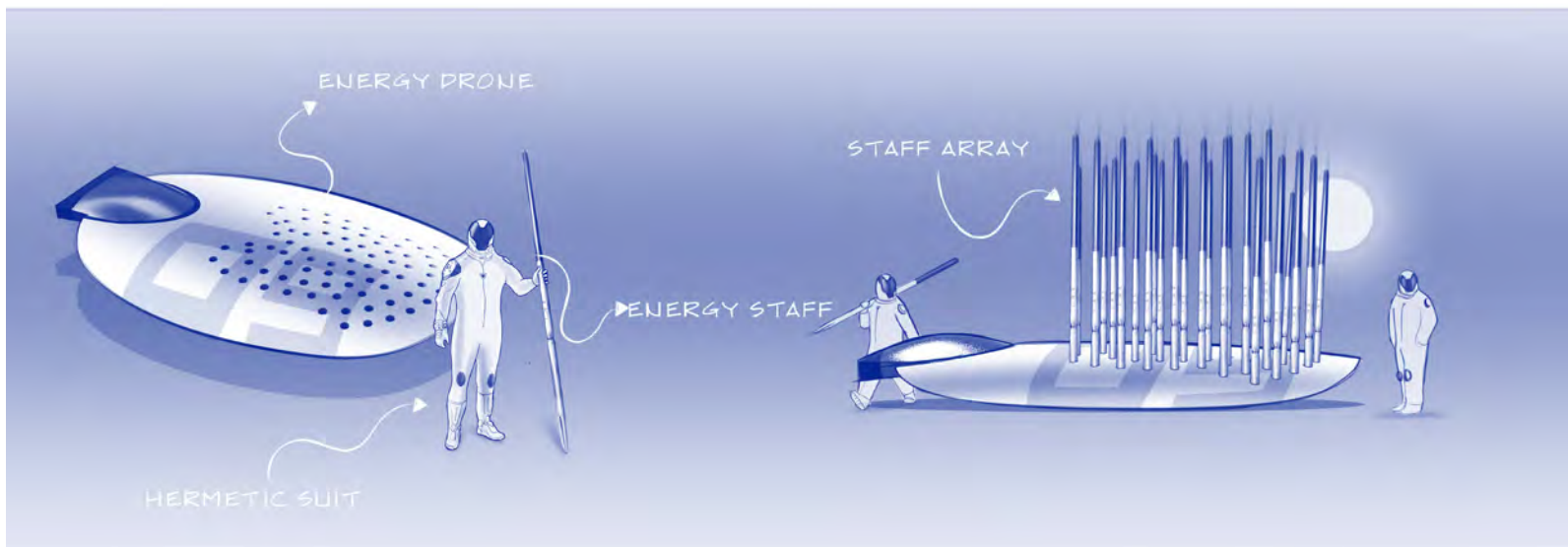


Рис. 8 Схема энергетического ритуала клана Масиси в Чернобыле, описанного людьми Масиси. Уровень радиации в регионе затрудняет передачу и обработку изображений, поэтому количество записей ограничено. Иллюстрация: Illustration: (Zenlin, 2109)



Одна из удивительно уникальных особенностей этого сообщества заключается в том, как они развили отношения со своими технологиями, исходя из их понимания самой энергии. Они, по-видимому, интегрировали преднамеренную, самосознательную игру со своими эпистемологическими рамками в своих 'энергетических ритуалах' (рис. 8). Эта, казалось бы, самоосознающая практика нацелена на развёртывание встроенной учебной программы, поскольку молодые участники в полной мере исследуют оживленную и довольно опасно радиоактивную среду. Для этого сообщества возрождение наземных экосистем остается в центре их мировоззрения как целостная практика в повседневной жизни. Как указано в их разъяснительной работе, их жизненная практика включает в себя формы "культурной биоремедиации", предназначенные для воссоединения прошлого с будущим в рамках жизни (Arriah, 2106). Наземные отчеты из пока недоступных, но, по-видимому, пригодных для жизни регионов свидетельствуют о том, что почвы вокруг региона демонстрируют значительное снижение радиоактивности и возрождение флоры и фауны, что могло бы сделать эти места безопасными для обитания человека (Zenlin, 2109).

### 2.3.1. Энергетические ритуалы Масиси

Ранние сообщения предполагали, что сообщество практикует форму биоремедиации, которая теперь превратилась в ритуальный "сбор энергии" (рис. 8), в котором участвует все сообщество (Zenlin, 2109). Эта практика, по-видимому, основана на любопытной интерпретации микробиологических исследований более чем столетней давности, в которой были предложены механизмы захвата токсичных почв мицелием (Joshi et al., 2011; Whiteside et al., 2019). Достаточно удивительно, что Масиси обнаружили во время очистки радиоактивных земель, что мицелий также может вырабатывать энергию из смертоносной радиации. Теперь мы знаем, что это было даже понято задолго до этого (Dadachova et al., 2007), но никогда не документировалось как культурная практика до первых сообщений из Масиси. Похоже, что эта практика играет определенную роль в передаче их знаний молодым поколениям посредством того, что они описывают как "планетарное обучение". С их точки зрения, "это побуждает молодых расширять

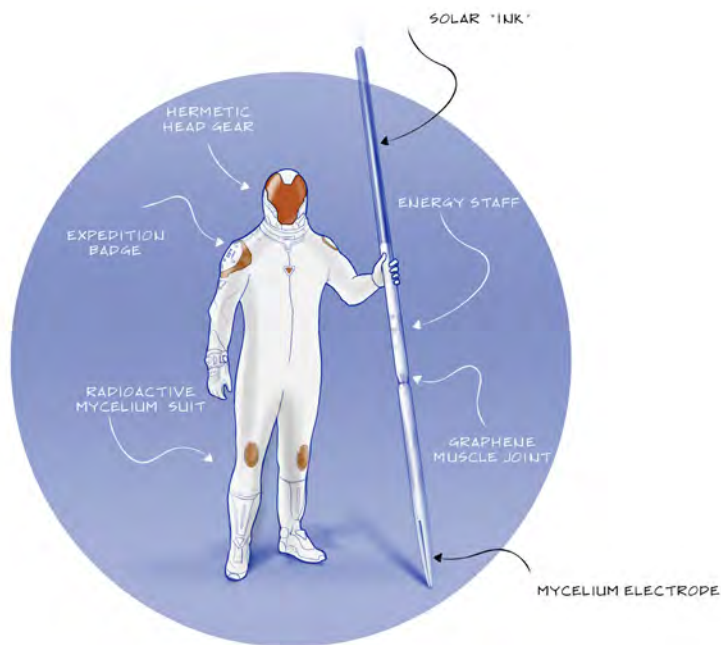


Рис. 9а Биокостюм Масиси, защищающий от радиоактивности, изготовленный из соединений меланина мицелия. б) Судно на воздушной подушке, помогающее собирать энергию для Масиси, с биодомом сообщества. Изображения и иллюстрации: (Zenlin, 2109)

свое обучение, основанное на сообществе и экологическом холизме” (Appiah, 2106).

Как сообщается, “этот сбор энергии, по-видимому, является их практикой для передачи подрастающему поколению знаний об экологических отношениях и сообществе” (Zenlin 2109). Эта ”энергетическая экспедиция”, по-видимому, гарантирует, что молодым не причинят вреда, за исключением риска опасных уровней радиации, для чего они тщательно разработали подкладку из меланина, полученного из мицелия, в своих “биокостюмах”, которые защищают их от радиации во время их приключений вне жилищ” (рисунок 9a). Эти экспедиции в радиоактивные зоны представляют собой образовательную программу, призванную побудить молодежь исследовать окружающую их экосистему вместе со старшими, что Масиси называют “планетарным осмыслением”. Процесс обучения посредством восстановления экосистемы с использованием “энергетических посохов” и автономного левитирующего корабля превращает ритуал скорее в исследовательский квест, чем в трудную задачу.

Автономное судно на воздушной подушке (рис. 9b) создает оптимальные условия для сбора урожая после изучения наилучших комбинаций условий солнечного света, ветра и радиоактивности и передает собранную биосолнечную энергию обратно на базовую станцию посредством беспроводной передачи микроволновой энергии. После посадки Посоха черный мицелий питается радиоактивной почвой и созревает в течение четырех-пяти недель. Примечательно, что штаммы мицелия, продуцирующие меланин, процветают под воздействием почвенного излучения и выделяют остаточную энергию, улавливаемую электродами в посохе. Автономный корабль при необходимости передает энергию в скафандры или сохраняет ее для последующего использования, в то время как энергетический посох использует энергию солнца и ветра. Этот “урожай” также вполне буквален, поскольку они собирают грибы-переростки с этих посохов которые сумели биоаккумулировать высокорadioактивные элементы, такие как цезий, мышьяк, свинец, кадмий и другие редкоземельные минералы (Zenlin, 2109). Руководство регионом Масиси поддерживает региональные отношения с другими людьми и нечеловеческими существами. Их методы восстановления в настоящее время распространились по всему региону и все же позволили Масиси создать технически сложную инфраструктуру, необходимую в таких неблагоприятных условиях. Эти методы оказались весьма успешными в биоремедиации, демонстрируя гораздо более низкие уровни радиоактивности и одновременно демонстрируя радикальное восстановление биоразнообразия, уникального для этих регионов.

### 2.3.2. Коренные ХАЙ-ТЕК разработки в биоорганической энергетике

Для нашего обсуждения представляется необходимым получить представление о ключевых артефактах, которые Масиси используют в своих энергетических ритуалах. Хотя инфраструктура их сообщества постоянно находится в движении, отчеты предполагают, что их техническая основа, по-видимому, возникла из открытых научных архивов 20-го века, как и везде. Однако они, по-видимому, полагались на неофициальную сеть архивного обмена слегка устаревшими физическими копиями архивов. Однако то, что после события Кесслера они были отрезаны от остального мира, похоже, вынудило их заняться исследованиями, основанными на любом научном материале, который они смогли найти в качестве ссылок в своих статьях в открытых научных журналах, относящихся к исследованиям волоконно-оптических солнечных элементов (Bourzac, 2009) и графеновых фотоэлектрических элементов (Casaluci et al., 2016) и изредка грибковых микробных топливных элементах (MFCs) (Gajda et al., 2015), питающихся радиоактивностью (Qu et al., 2019). Эти исследования, по-видимому, привели их к собственной интерпретации этих ранних исследований, и их можно увидеть включенными в ритуальные энергетические посохи (рис. 10), которые масиси используют в своих энергетических ритуалах, размещая их в оптимальных топографических конфигурациях.

Персонал выполняет три функции: сбор солнечной, ветровой и радиоактивной энергии.

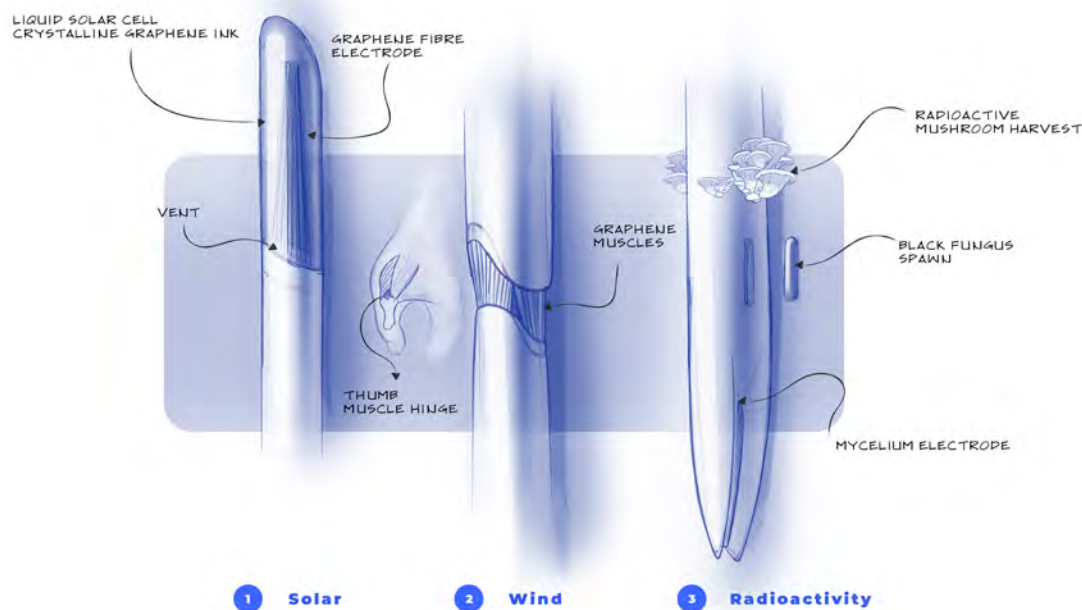


Рисунок 10 Принципиальная схема энергетического ритуального посоха клана Масиси. Иллюстрация (Чжэнь Линь, 2109)

Они обеспечивают широкое спектральное рассеяние солнечной энергии, которую волокна поглощают для создания фотоэлектрического эффекта и термоэлектрического эффекта с прозрачными покрытыми солнечными чернилами и хелатированными графеновыми волокнами. Углеродная 'ветровая мышца' обуздывает турбулентные ветры в регионе. В то же время посаженные части посоха содержат мицелиальные электроды, которые питаются радиоактивностью почвы, преобразуя ее в дополнительную полезную энергию. Кроме того, эти посохи следуют "иерархической биомиметической схеме", которую, как утверждают Масиси, оптимизировали для увеличения поглощения излучения в различных масштабах (Zenlin, 2109). Хотя посох объединяет функции по сбору энергии в единое целое, это не просто утилитарный объект. Привязанный к земле характер их культуры и технических знаний создал уникальную "биофильную" культуру, которая использует натуралистический подход к восстановлению природы в мире. Этот опыт взаимоотношений с миром природы, возможно, является причиной того, что они так устойчивы как сообщество, несмотря на то, что живут в одних из самых суровых условий на планете.

Траектория развития сообществ в этом регионе была воспроизведена и распространена по всему миру на основе принципа взаимного уважения к экосистеме, в которой сообщество намерено процветать (Bhim & Larsson, 2124). Появились аналогичные любопытные культуры, хотя о таких формах биологических компьютерных интерфейсов еще нигде не сообщалось (Vanoog et al., 2128). Такие интерфейсы поддерживают "мицелийно-нейронные" интерфейсы, которые "разговаривают" с микробными сетями в радиоактивных почвах в качестве неинвазивной зондирующей системы для оценки стабильности экосистемных услуг посредством координации и обмена знаниями с почвенной средой. Что делает эти разработки еще более глубокими, так это то, что они подтвердили эти выводы и развили их дальше, практически в полной изоляции от мира. Это знание является неотъемлемой частью Масиси, которые превратили научные знания в уникальную народную культуру.

### 3. Дискуссия

Что мы должны сказать обо всех этих драматических исторических поворотах, которые заставили нас размышлять о том, где мы находимся сегодня? Недавние исследования показали, что глобальные температуры несколько стабилизировались на 2,1°C выше доиндустриального уровня (Ричардсон и др., 2129) - показатель, предсказанный более века назад. Однако эти исследования остаются безрезультатными, учитывая ограниченные данные, доступные с геопространственных спутников, в то время как будущие спутниковые инфраструктуры остаются неработоспособными в обозримом будущем (Balan et al., 2126). Эти выводы также были подтверждены дополнительно (Richardson et al., 2129). Кто-то может увидеть эти цифры и предположить, что, возможно, все было напрасно, но мы бы сказали, что это, возможно, был наилучший сценарий. Возможно, мы стабилизировали глобальное потепление только благодаря резкому сокращению выбросов, как следствие продолжающейся борьбе за достижение глобального отказа от ископаемого топлива и всеобщим программам возмещения негативных последствий изменения климата, которые последовали в первые годы 21-го века. Несмотря на события прошлого столетия и то, что исторические выбросы остаются такими, какими они все еще являются, демистификация индустриальной цивилизации, столкнувшейся с потребностями в климатической справедливости и благополучии людей, возможно, должна была произойти гораздо раньше в истории, чем это произошло (Achibe, 2029; Lakota, 2125).

В то время планы о сокращении выбросов углекислого газа и вытягивании CO<sub>2</sub> из атмосферы (Hawken, 2018), казались, слишком узкокобо применялись лишь к сферам энергетики. Среди многих факторов воздействия на климат решение энергетических кризисов в изоляции само по себе никогда не могло бы быть достаточно решающим. Проекты по восстановлению климата, кульминацией которых является всеобщее человеческое, социальное и экологическое возрождение наряду с сокращением материального и экологического следа в рамках парадигмы деградации, сегодня можно рассматривать как важнейшие события 21 века, которые когда-то считались "политически немислимыми". Корыстные интересанты также заявляли, что ликвидация инфраструктуры, работающей на ископаемом топливе, немислива. Конечно, отмена ископаемого топлива в конечном итоге высвободила ресурсы для реинвестирования в социальные нужды, расширив еще больше программы получения базового дохода (Doop, 2035). Сокращение промышленных инфраструктур и повышение устойчивости сообщества к изменению климата во всем мире с помощью самоподдерживающегося, основанного на солидарности локализованного производства и потребления (Ngata, 2076) следует считать удивительно провидческим для тех из нас, кто живет в "парниковом" мире.

Глобальные выбросы углерода, связанные с потреблением энергии, до сих пор демонстрировали устойчивые негативные тенденции. Многие избыточные промышленные виды деятельности 21-го века были либо отменены, либо реабилитированы путем "изъятия" в качестве "общественно полезных" программ. Этот сдвиг был осуществлен благодаря высвобождению интеллектуального и творческого труда, который теперь мог взаимодействовать в рамках экономики солидарности и быть направлен на удовлетворение основных потребностей, таких как вода, энергия, продовольствие, образование, здравоохранение, техническое обслуживание и уход за больными новыми инновационными способами (Fabre, 2032). Даже по устаревшим критериям человеческого и экологического благополучия, социальное возрождение, участие и благополучие сообществ вели к глубоким скачкам и прорывам в реконфигурации искусств, гуманитарных и естественных наук, что создало новую систему знаний и привело к прорывам и более глубокому пониманию дисциплин, распространяемые через открытые системы знаний (Krets, 2048; Lai, 2056; Ngata, 2076).

Как и в любом человеческом начинании, эти рациональные “экономики устойчивого состояния” имеют свои сложности и возможности. В то время как 22-й век все еще разворачивается на наших глазах (рисунок 11), вызовы непредсказуемых и нестабильных климатических реалий нашего поколения остаются в обозримом будущем (Richardson et al., 2129). Несмотря на свои недостатки, сегодняшние экономические культуры, очевидно, основаны на удовлетворении основных человеческих потребностей и обеспечении высокого качества жизни - будь то симбиотическая экономика, основанная на совместном участии, взаимопомощи или солидарности. Они достигли это с поразительным изобилием, которое сегодня стало более возможным, чем когда-либо (García-Olivares & Solé, 2015; Lai, 2056). Откровение прошлого столетия, которое ознаменовалось появлением сообществ, поглощающих углерод, по своей сути было не столько вопросом интеллектуального или производственного потенциала, ни даже техническим вопросом.

Поскольку глобальные температуры все еще колеблются между 2°C и 2,5°C (Richardson et al., 2129), наше знакомство с нестабильным климатом планеты, возможно, еще не закончилось (рис. 11). Однако направление глобальных материальных и интеллектуальных ресурсов на создание необходимых мер по устойчивости к изменению климата и адаптации дало проблеск надежды на процветание, несмотря на трудные времена позади и впереди нас. Мы надеемся, что эти хитросплетения прошлого, представленные здесь, прольют свет даже на тех, кто живет в этот век радикальной самобытности наших культур, что то, что произошло, никогда не было неизбежным, но всегда оставалось возможностью, скрытой у всех на виду (Lakota, 2125). Возможно, это была та сенсорика, которая нуждалась в сознательном возвращении и развитии. Как предполагают старейшины Масиси, “это всегда был доступный нам выбор - освободиться от бремени наших предков и приступить к примирению нашей человечности” (Arriah, 2106).

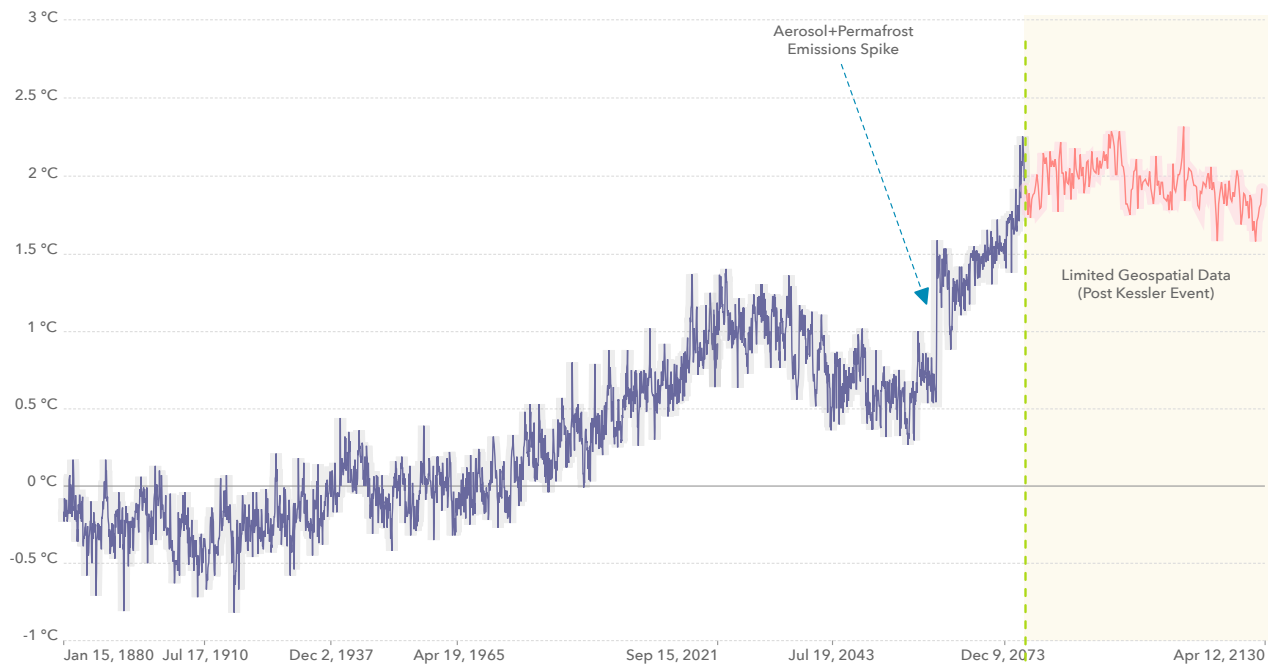


Рисунок 11 Тенденции глобального потепления за 1880-2130 годы. Изображение Ричардсона и др., (2129)

# Библиография (Глава 1)

- Achibe, V. (2029, January 12). Is the Treaty on Universal Climate Justice too little too late? *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2029/01/12/magazine/universal-climate-justice.html>
- Althor, G., Watson, J. E. M., & Fuller, R. A. (2016). Global mismatch between greenhouse gas emissions and the burden of climate change. *Scientific Reports*, 6, 20281.
- Appiah, N. (2106). First Letter of the Masisi Elders to the Old World. *The Masisi Despatch Station*.
- Attias, N., Danai, O., Ezov, N., Tarazi, E., & Grobman, J. (2017, September 6). Developing novel applications of mycelium-based bio-composite materials for design and architecture.
- Bag, S., Deneault, J. R., & Durstock, M. F. (2017). Aerosol-Jet-Assisted Thin-Film Growth of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> Perovskites—A Means to Achieve High Quality, Defect-Free Films for Efficient Solar Cells. *Advanced Energy Materials*, 7(20), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/aenm.201701151>
- Balan, V., Mathew, T., & Fernandes, D. (2126). Trajectories of Space Exploration in a Post Kessler World. *International Journal of Orbital Mechanics*, 97(12). <https://doi.org/10.9780/8713253.2126.8268432>
- Bates, A., & Draper, K. (2019). *Burn: Using Fire to Cool the Earth*. Chelsea Green Publishing.
- Bernes, J. (2019, April 25). Between the Devil and the Green New Deal. *Commune*. <https://communemag.com/between-the-devil-and-the-green-new-deal/>
- Bhim, S., & Larsson, B. (2124). Biophilic Cultures: Indigenisation of the Material and Technological Arts. *Open Society of Naturalist Studies*, 50(12). <https://doi.org/10.9340/9841723.2124.6452438>
- Bourzac, K. (2009, October 30). Wrapping Solar Cells around an Optical Fiber. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.com/s/416052/wrapping-solar-cells-around-an-optical-fiber/>
- Brown, A. (2012). *Just enough: Lessons in living green from traditional Japan*. Tuttle Pub.; /z-wcorg/. <http://site.ebrary.com/id/10655570>
- Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.081>
- Casaluci, S., Gemmi, M., Pellegrini, V., Carlo, A. D., & Bonaccorso, F. (2016). Graphene-based large area dye-sensitized solar cell modules. *Nanoscale*, 8(9), 5368–5378. <https://doi.org/10.1039/C5NR07971C>
- Chakraborty, D., Al-Rawi, F., Long, Z., & Richardson, P. (2076). The Kessler Event: Possible Implications for Low Earth Orbit and beyond. *International Journal of Orbital Mechanics*, 47(12). <https://doi.org/10.2340/2346753.2076.4222432>
- Chancel, L., & Piketty, T. (2015). Carbon and inequality: From Kyoto to Paris Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund *World Inequality Lab* (p. 50). Paris School of Economics.
- Cooley, M. (1987). *Architect or bee? : The human price of technology* (New ed. with a new introduction by Anthony Barnett.). Hogarth Press.
- Cuentas, L., Chen, L., & Trommen, G. (2029). All Knowledge to All the People. *The Journal of Open Technology*, 1(4). <https://doi.org/10.8423/JOPNTCH.9264-49.2029>
- Dadachova, E., Bryan, R. A., Huang, X., Moadel, T., Schweitzer, A. D., Aisen, P., Nosanchuk, J. D., & Casadevall, A. (2007). Ionizing Radiation Changes the Electronic Properties of Melanin and Enhances the Growth of Melanized Fungi. *PLOS ONE*, 2(5), e457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000457>
- Devi, S. (2035). *Integrated Municipal Energy Microgrids In Action* (1st Edition). Open Tech Society, Delhi.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Watson, R., Baste, I., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., ... Vilá, B. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services – unedited advance version. 39.
- Doon, R. (2035). *Carbon and Its Malcontents: Reparations for capital gains from fossil extractivism*. Red House.
- Eonas, N. (2045). *biomA: An algae-chitosan energy storage production solution. Designing Breakthrough For The People*, 24. <https://doi.org/10.1580/2207853.2045.1948465>
- Fabre, M. (2032). On the Abolition of Bullshit Industries. *International Journal of Care Work*, 7(8), 20–39. <https://doi.org/10.1180/2307753.2032.1388432>
- Gajda, I., Greenman, J., Melhuish, C., & Ieropoulos, I. (2015). Self-sustainable electricity production from algae grown in a microbial fuel cell system. *Biomass and Bioenergy*, 82, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.05.017>
- García-Olivares, A., & Solé, J. (2015). End of growth and the structural instability of capitalism—From capitalism to a Symbiotic Economy. *Futures*, 68, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.09.004>
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., & Zech, W. (2001). The “Terra Preta” phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88(1), 37–41. <https://doi.org/10.1007/s001140000193>
- Gore, A. (2016). The case for optimism on climate change. [https://www.ted.com/talks/al\\_gore\\_the\\_case\\_for\\_optimism\\_on\\_climate\\_change](https://www.ted.com/talks/al_gore_the_case_for_optimism_on_climate_change)
- Graeber, D. (2014, March 26). Caring too much. That’s the curse of the working classes | David Graeber | Opinion | *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/mar/26/caring-curse-working-class-austerity-solidarity-scourge>
- Graeber, D. (2018). *Bullshit Jobs: A Theory*. Penguin Books, Limited. <https://books.google.no/books?id=uB5kvgAACAAJ>
- Hall, S. (2015, October 26). Exxon Knew about Climate Change Almost 40 Years Ago. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/exxon-knew-about-climate-change-almost-40-years-ago/>
- Hansen, J. (2020, February 3). Climate Models vs. Real World. *Climate Science, Awareness and Solutions*. [http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20200203\\_ModelsVsWorld.pdf](http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20200203_ModelsVsWorld.pdf)
- Hassan, M. F., Sabri, M. A., Fazal, H., Hafeez, A., Shezad, N., & Hussain, M. (2019). Recent trends in activated carbon fibers production from various precursors and applications—A comparative review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104715. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104715>
- Hawken, P. (Ed.). (2018). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to roll back global warming*. Penguin Books.
- Hickel, J. (2017). Is global inequality getting better or worse? A critique of the World Bank’s convergence narrative. *Third World Quarterly*, 38(10), 2208–2222. <https://doi.org/10.1080/01436597.2017.1333414>
- Hickel, J. (2018). *The Divide: A brief guide to global inequality and its solutions*. William Heineman.
- Hickel, J., & Kallis, G. (2019). Is Green Growth Possible? *New Political Economy*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- ICC. (2039). Final Assessment Report to the United Nations Global Climate Assembly on the “Fossil Fascism Complex” and its Crimes Against Humanity: The Donziger Commission (p. 5000) [Summary Report]. *International Criminal*

- Court.
- Illich, I. (1980). *Shadow-work*. University of Cape Town.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Global warming of 1.5°C. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, I. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IPBES. (2043). Summary report of the global reassessment of biodiversity and ecosystem services (p. 39). Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IPCC. (2028). Limiting Global warming to 2°C. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/report/sr18/>
- Joshi, P. K., Swarup, A., Maheshwari, S., Kumar, R., & Singh, N. (2011). Bioremediation of Heavy Metals in Liquid Media Through Fungi Isolated from Contaminated Sources. *Indian Journal of Microbiology*, 51(4), 482–487. <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0110-9>
- Kohtala, C. (2016). Making sustainability: How Fab Labs address environmental issues. Aalto University. <https://aalto.doc.aalto.fi:443/handle/123456789/21755>
- Krets, M. (2048). Technological Emergence and Exaptation: From Intellectual Property to Collective Knowledge. Open Tech Society.
- Lai, X. (2056). The Point Is To Have Fun: Long Term Sustainability and Social Playfulness. Digua Research Wing.
- Lakota, T. (2125). Becoming Native: A Study of Transformative Indigeneity. *International Journal of Care Work*, 100(8).
- Malm, A. & The Zetkin Collective. (2021). *White Skin, Black Fuel: On the Danger of Fossil Fascism*. Verso Books.
- Min, K., & Devi, L. (2052). The Economics of Soil Nutrition: A study on Anthropocentric value extractivism of soil resources. Institute of Ecological Economics.
- Mishra, P. (2017). Age of anger: A history of the present. Farrar, Straus and Giroux.
- Munda, B. (2058). *The Scortched Earth: Was Capitalism Worth Destroying Indigenism? (English Reprint)*. Adivasi Vaani.
- Ngata, K. (2076). *ReImagining Socially Useful Production: Alternatives in the Making (Centenary edition)*. International Society for Socially Useful Production.
- Oxfam. (2015). EXTREME CARBON INEQUALITY Why the Paris climate deal must put the poorest, lowest emitting and most vulnerable people first [Data set]. Koninklijke Brill NV. [https://doi.org/10.1163/2210-7975\\_HRD-9824-2015053](https://doi.org/10.1163/2210-7975_HRD-9824-2015053)
- Patel, R., & Moore, J. W. (2017). *A history of the world in seven cheap things: A guide to capitalism, nature, and the future of the planet*. University of California Press.
- Paul, K. (2019, November 4). Microsoft Japan tested a four-day work week and productivity jumped by 40%. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/technology/2019/nov/04/microsoft-japan-four-day-work-week-productivity>
- Polimeni, J. M. (Ed.). (2008). The Jevons paradox and the myth of resource efficiency improvements. Earthscan.
- Qu, Y., Li, H., Wang, X., Tian, W., Shi, B., Yao, M., & Zhang, Y. (2019). Bioremediation of Major, Rare Earth, and Radioactive Elements from Red Mud by using Indigenous Chemoheterotrophic Bacterium *Acetobacter* sp. *Minerals*, 9(2), 67. <https://doi.org/10.3390/min9020067>
- Rauf, W. (2064). *The Energy of Climate Breakdown: Of Political Economies and Energy Monopolies*. Union of Concerned Scientists.
- Raymond, D. (2044). The New Storms of Our Children. *The Open Sociological Review*, 21(8), 56–98. <https://doi.org/10.1080/2356753.2044.1388432>
- Richardson, L., Weaver, K., & Karup, P. M. (2129). Stability of Climate Systems at 2.5°C. *International Journal of Earth System Dynamics*, 101(12). <https://doi.org/10.9310/8042753.2129.7892133>
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., & Moomaw, W. R. (2019). World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *BioScience*, biz088. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., Mahmoud, M. I., Laurance, W. F., & 15,364 scientist signatories from 184 countries. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*, 67(12), 1026–1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>
- Robinson, W. I. (2019). Global Capitalist Crisis and Twenty-First Century Fascism: Beyond the Trump Hype. *Science & Society*, 83(2), 155–183. <https://doi.org/10.1521/isis.2019.83.2.155>
- Schneider, N. (2018). Everything for Everyone: The Radical Tradition That Is Shaping the Next Economy. *PublicAffairs*; /z-wcorg/.
- Schwartz, J. (2018, January 20). Paris Climate Deal Is Too Weak to Meet Goals, Report Finds. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2016/11/17/science/paris-accord-global-warming-ia.html>
- Smith, A. (2014). Socially Useful Production. STEPS Working Paper, 58, 44.
- Speth, J. G. (2021). *They Knew: The US Federal Government's Fifty-Year Role in Causing the Climate Crisis*. MIT Press.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Thekaekara, M. M. (2019, February 25). A huge land grab is threatening India's tribal people. They need global help | Mari Marcel Thekaekara. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/feb/25/land-grab-tribal-people-india-ativasi>
- Ubumwe, K. (2114). Centuries of Fossil Guilt: Taking stock of the catastrophic cost to human society from fossil fuel infrastructures. *International Journal of Ecological Economics*, 95(4), 230–267. <https://doi.org/10.1080/13563467.2114.1598964>
- UNDP. (2029). *Universal Liveable Income: Global Policy and Implementation Parameters (p. 200) [Summary Report]*. UN Climate Action Commission.
- Vanoor, R., Ackman, B., & Qiao, B. (2128). Advances in Mycelial Neurobiology: The Mycelial Neural interface “Brain”. *The Journal of Open Neuroscience*, 90(4). <https://doi.org/10.3523/JNEUROSCI.8343-83.2128>
- Vemula, R. (2116). *A Centenary of Global Climate Justice: The Legacies of the Treaty of Universal Climate Justice*. Blue Future Collective.
- Wallace-Wells, D. (2019). *The uninhabitable earth: Life after warming*. Tim Duggan Books.
- Whiteside, M. D., Werner, G. D. A., Caldas, V. E. A., van't Padje, A., Dupin, S. E., Elbers, B., Bakker, M., Wyatt, G. A. K., Klein, M., Hink, M. A., Postma, M., Vaitla, B., Noë, R., Shimizu, T. S., West, S. A., & Kiers, E. T. (2019). Mycorrhizal Fungi Respond to Resource Inequality by Moving Phosphorus from Rich to Poor Patches across Networks. *Current Biology*, 29(12), 2043–2050.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.061>
- Wildschut, D. (2017). *The need for citizen science in the transition to a*

- sustainable peer-to-peer-society. *Futures*, 91, 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.010>
- Xolotl, D., Wujjwa, P., & Appadurai, N. (2127). Open Borders Accord: A review of the Origins and possibilities for the Future of Global Policy. *Open Journal of Human Geography*, 74(10).
- Xu, Y., Ramanathan, V., & Victor, D. G. (2018). Global warming will happen faster than we think. *Nature*, 564(7734), 30. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07586-5>
- York, R. (2017). Why Petroleum Did Not Save the Whales. *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 3, 1–13. <https://doi.org/10.1177/2378023117739217>
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C. N., Barnosky, A. D., Palmesino, J., Rönnskog, A.-S., Edgeworth, M., Neal, C., Cearreta, A., Ellis, E. C., Grinevald, J., Haff, P., Sul, J. A. I. do, Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Odada, E., Oreskes, N., Price, S. J., ... Wolfe, A. P. (2016). Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective: *The Anthropocene Review*. <https://doi.org/10.1177/2053019616677743>
- Zenlin, P. (2109). *The Masisi: Chronicles of Kinship and Radioactive Symbiosis* (Vol. 7). Open Anthropological Society, Stockholm.
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for the future at the new frontier of power*. Profile Books.







Возвращение Валеги Ва Мситу

Иллюстрация: Сефин Александер

**“Жертвенных земель больше нет, жертвенных людей больше тоже не будет.”**

– Декларация Международного Климатического Правосудия (2029)



## 2. Становление земным: Зоны устойчивости к изменению климата, симбиотическое производство и регенерация экосистем

Перевод с Kx'a, Суахили и Кантонского

### Вступление

Историческое развитие нашего вида в первую очередь было земным явлением. К 2020-м годам это господство, являющееся двигателем бесконечного экономического роста, стало отрезвляющей проверкой реальности. Возможно, как знак грядущих событий, наземные экосистемы и нарушение биоразнообразия и экосистемных услуг показали, что наш своеобразный цивилизационный эксперимент представляет угрозу для самого себя, распутываясь по регрессивной спирали. В этой главе мы рассмотрим рассказы о начале шестого массового вымирания, потере биоразнообразия и разрушении экосистемных услуг, сосредоточившись на наземных экосистемах.

Здесь мы реконструируем часто упускаемые из виду, но ключевые методы, стратегии и артефакты, которые помогли наметить крупномасштабные действия в наземных экосистемах. Учитывая катастрофическое сокращение биоразнообразия и земных экосистем в то время, актуальность ревитализации земель стала первостепенной наряду с Зонами Устойчивости к Изменению Климата (CRZ), которые имеют решающее значение для восстановления наземных экосистемных услуг и агроэкологических программ для сообществ по всему миру. Несмотря на то, что они разделены в пространстве и времени, в этой главе будут рассмотрены решения, возникшие в рамках этих CRZ. Такие решения как устройства для посева леса, разработанные на основе коллаборации в CRZ Момбасы и культуры симбиотического взаимовлияния и симбиотического изготовления в священных лесах CRZ Гонконга.

Сегодня CRZ превратились в автономные зоны коренных народов - убежище для глобального управления и развития материальных культур симбионтов. Наследие общественно полезной практики производства в CRZ резко снизило экологическое давление на региональное биоразнообразие и восстановило экосистемные услуги почвы, создав изобилие глобальной продовольственной и материальной безопасности и став центрами сохранения и восстановления среды обитания. Глобализация этих симбиотических социотехнических культур в основном способствовала перераспределению материального, социального и экологического следа непосредственно в пользу благосостояния человека при взаимном укреплении качества жизни, социального благополучия и устойчивости климата. Эти события открывают широкие возможности и бросают вызов в наступающем столетии, отличном от прошлого, где социальное и экологическое возрождение взаимосвязаны, нуждаются в поддержке и заботе для достижения долгосрочных целей процветания на Земле-теплице.

### !Kweiten-ta-||kwain

Антрополог и летописатель коренного народа Сан, Народный архив семян, Момбаса

### Lai Sinn Mei

Исследователь в области дизайна  
Открытое Общество Дизайна Гонконга

### Ключевые слова:

Восстановление экосистемы,  
Зоны устойчивости к изменению климата,  
Симбиотическое производство,  
Биоразнообразие и экосистемные услуги,  
Деколонизация,  
Возвращение земель

## 1. Ломая жизнь

Если мы хотим двигаться к примирению нашего общего экологического наследия на Земле, мы должны признать что выбор мы формируем в той же степени, в какой эти выборы, в свою очередь, формируют нас. Это примирение требует, чтобы мы признали наследие сложных траекторий планетарных экосистемных сервисов и биоразнообразия, которые мы наблюдаем сегодня в 22 веке, не были неизбежными, а были скорее преднамеренным выбором. Они были сознательно пройденным путем, вызванным катастрофическими событиями в богатых слоях человечества. Примерно в этот период переговоры о продолжающемся бесконечном экономическом росте, казалось, пересилили более обоснованные призывы к действиям в области изменения климата. К 2019 году, когда был опубликован эпохальный доклад о биоразнообразии и экосистемных услугах, предупреждающий о надвигающемся наступлении критических переломных моментов, стало ясно, что одно несовместимо с другим (Díaz et al., 2019).

В докладе был сделан однозначный вывод: беспрецедентная эксплуатация природы привела к быстрому сокращению экосистем и биоразнообразия во всем мире (Díaz et al., 2019). Тревожные результаты подобных исследований, которые поступали в то время, предупреждали о том, что мир XXI века стремительно движется вперед к возникновению многочисленных критических точек, в которых коллапс целых экосистем представляется весьма вероятным. Планета все ближе подходила к пропасти, запускались петли обратной связи - пожары в тропических лесах Амазонки, таяние ледяного щита Гренландии и вечной мерзлоты уже происходили быстрее, чем ожидалось. По мере того, как продолжалось прошлое столетие, угроза климатических переломных точек (Рис 1) грозила повергнуть планету все ближе к "Земле-теплице" (Raabi et al., 2073; Steffen et al., 2018).

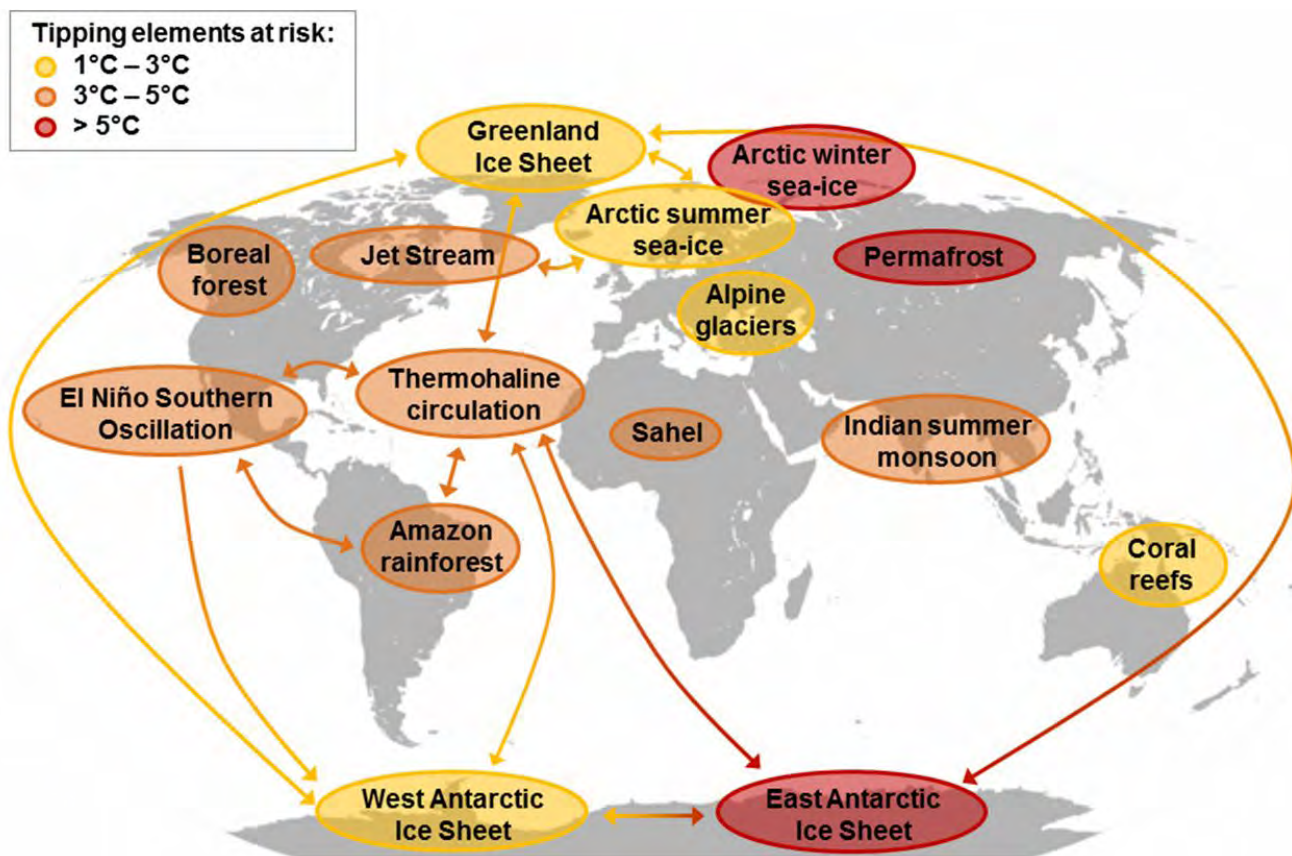


Рисунок 1 Различные переломные моменты сценариев парникового эффекта на Земле (Steffen et al., 2018)

## 1.1. Биологическое уничтожение: биоразнообразие и экосистемные услуги

В условиях резкого сокращения биоразнообразия в глобальном масштабе экосистемные услуги, которые мир природы предлагал человеку, резко сократились (Díaz et al., 2019). Одновременно с этим заметное сокращение биоразнообразия (рис. 2) сигнализировало о начале шестого массового вымирания (Ceballos et al., 2017). Это снижение объяснялось многими факторами: потерей среды обитания, переходом к интенсивному сельскому хозяйству и урбанизации; загрязнением окружающей среды из-за неизбирательного использования синтетических пестицидов и удобрений; патогенами и интродуцированными видами; а также изменением климата (Díaz et al., 2019; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Организованное человеческое общество столкнулось с катастрофическими последствиями для производства продовольствия. Девяносто пять процентов мирового продовольствия поставляется с земель, где промышленное сельское хозяйство обеспечило 25 процентов выбросов парниковых газов на планете в результате расчистки земель, выращивания сельскохозяйственных культур и внесения удобрений. Семьдесят пять процентов этих выбросов были связаны с производством продуктов питания на основе животноводства, причем поспешная модернизация и индустриализация продовольственных систем требовала постоянного снабжения ископаемыми удобрениями (Davis et al., 2004).

В более поздние годы, с деградацией целых наземных экосистем, включая истощение почв, снижение биоразнообразия и популяционный коллапс опылителей приводили к снижению тех же урожаев, ради которых были созданы ископаемые сельскохозяйственные монокультуры (Ray, 2019). Неразборчивое использование химических пестицидов приводило в упадок популяции насекомых, включая опылителей, и просачивалось в сложные пищевые цепочки. С другой стороны, интенсивное использование ископаемых удобрений просачивалось в почвы, лишая их естественного биопотенциала для удержания питательных веществ. Историческое плодородие сельскохозяйственной почвы, которое когда-то обеспечивалось в основном за счет взаимосвязанных микробных экосистем в почве, было разрушено после десятилетий интенсивной добычи. Огромные площади некогда продуктивных почвенных экосистем по всему миру были лишены питательных веществ, что сделало их неплодородными ради кратковременной экономической выгоды.

Антропогенные выбросы, вызванные ископаемыми, ускорили процесс экологического распада и разрушения наземных экосистем, который продолжался веками. Прибыль от этой деятельности в непропорционально большой степени досталась узкой экономической элите населения (UNESCO, 2048). Несмотря на эти знания, глобальные институты, казалось, были парализованы сохраняющимися мандатами по максимизации накопления, в то время как

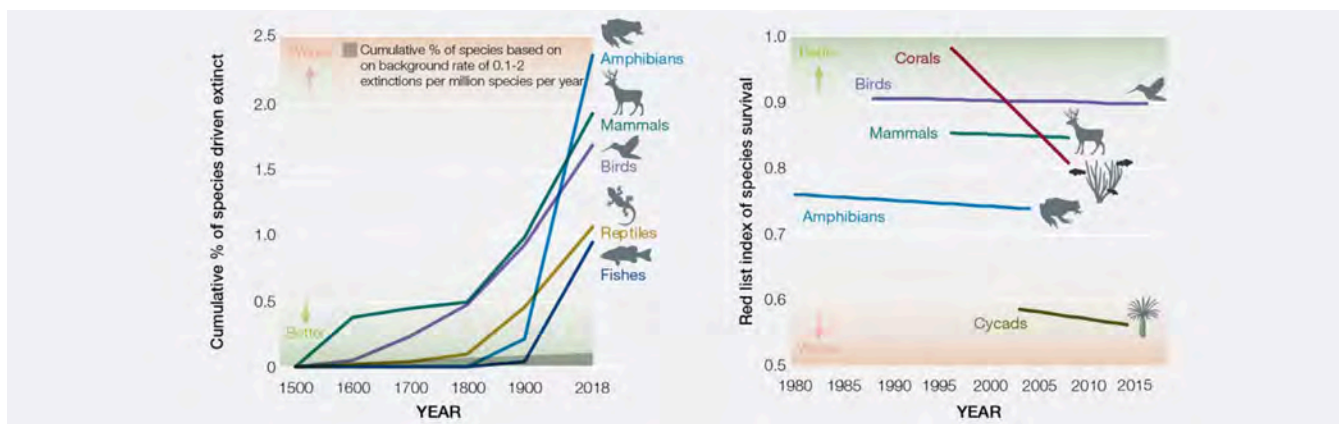


Рисунок 2. Шестое событие массового вымирания. Слева - экспоненциальный рост вымирания видов на основе наблюдений за период с 1500-2018 гг. Справа - Снижение выживаемости видов (индекс Красного списка) в период 1980-2018 годов. Изображение из (Диас и др., 2019)

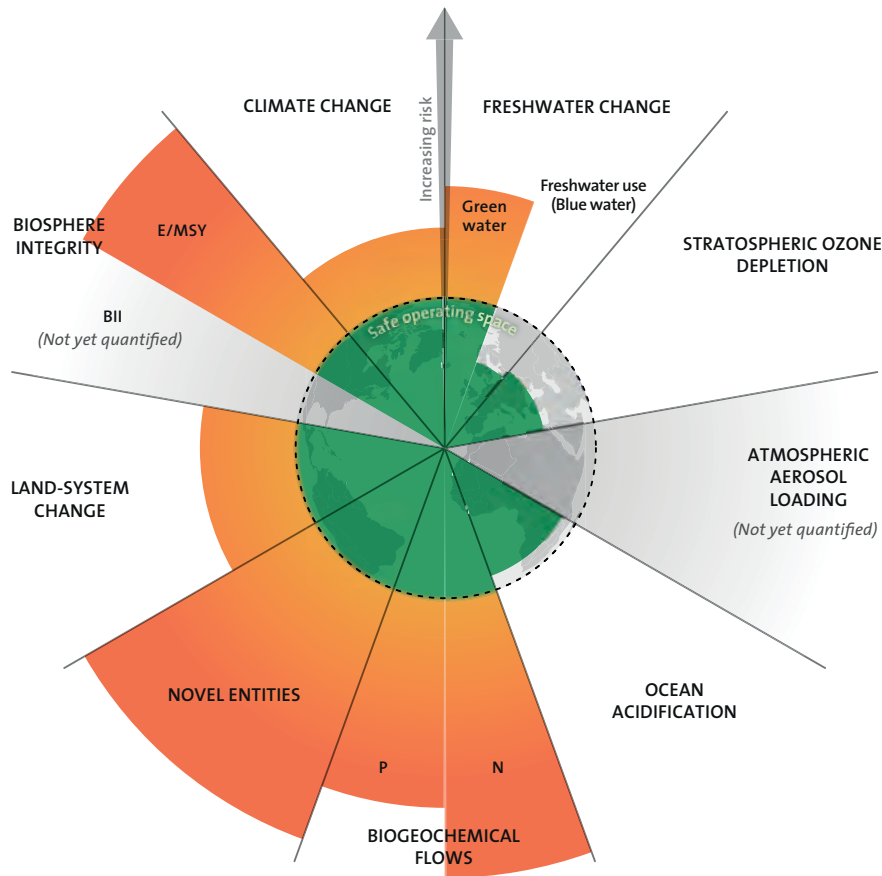


Рисунок 3. Превышение планетарных границ с данными за 2019 год. Изображение: Azote на основе Wang-Erlandsson et al. (2022).

окно для климатических действий по защите человеческого и экологического благополучия продолжало уменьшаться. Тем не менее, глобальные экономические программы казались невозмутимыми перед лицом этих экзистенциальных угроз. В рамках добычи и доминирования были практически подтверждены многие прогнозы наихудшего сценария в отношении биоразнообразия и экосистемных услуг (Maithili & Tenzing, 2106).

В условиях глобальных экономических режимов наземные экосистемы были лишены жизненной силы и превращены в товар. Экосистемы рассматривались как одномерное сырье для производства “пищи, корма, волокна и биоэнергии” в сельскохозяйственных и промышленных монокультурах. Такая практика нарушает планетарные границы (рис. 3), подрывает устойчивость экосистем и даже ставит под угрозу перспективы сценариев качества жизни, в то время как естественные циклы регулирования воздуха и воды, регулирования климата и обеспечения среды обитания экосистем разрушаются (Díaz et al., 2019). В долгосрочной перспективе, в условиях стремления к постоянному росту и контролю над накоплением ресурсов и капитала, биоразнообразие и экосистемные услуги стремительно ухудшались (Díaz et al., 2019). Как в исторических, так и в новейших исследованиях справедливо отмечается, что это было уникальной особенностью экономической системы, в которой дешевизна и контроль над ресурсами были неотъемлемой частью краткосрочного роста, хотя для решения более долгосрочных задач одних реформ было недостаточно (Maithili & Tenzing, 2106; Patel & Moore, 2017).

## 1.2. Кусая руку кормящего

Глобальные продовольственные системы того времени, будь то торговля зерном или



коммерческие операции с семенами, были консолидированы и находились под доминированием небольшой горстки влиятельных частных организаций (Hossain, 2017; Min & Devi, 2052). Такая концентрация власти и влияние на политические решения сделали дискуссии вокруг индустриального сельского хозяйства и органической пермакультуры весьма спорными. Однако то, что было бесспорно ясно, - это потеря биоразнообразия и нарушение способности биосферы поддерживать баланс в биогеохимических потоках циклов питательных веществ, необходимых для функционирования глобальных продовольственных систем (Рис 3). Десятилетия накачки искусственными удобрениями из ископаемого топлива вымыли из почв их естественную способность удерживать питательные вещества - азот (D. Chen et al., 2016) и фосфор (Cordell et al., 2009), которые считаются важнейшими питательными веществами для плодородия почвы и производства продуктов питания.

Кроме того, увеличение содержания углекислого газа (CO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>) и диоксида азота (N<sub>2</sub>O) в атмосфере в результате антропогенных выбросов в подавляющем большинстве случаев было вызвано использованием ископаемого топлива, как в качестве источника энергии, так и в результате землепользования и изменений в землепользовании, особенно в сельском хозяйстве. Рост выбросов нарушил динамический баланс природных процессов, быстро превысив возможности поглощения углерода из атмосферы (Ciais et al., 2013). Даже к 2015 году ухудшение экосистемных услуг почвы вызвало тревожные уровни нестабильности плодородия почв во всем мире. Основные продовольственные пояса во всем мире столкнулись с проблемой снижения урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку десятилетия сельскохозяйственной практики, основанной на использовании ископаемого топлива, начали оказывать серьезное влияние на качество почвы (FAO and ITPS, 2015). Заметный коллапс многих наземных экосистем и наступление критических точек привели к беспрецедентному превышению потребления ресурсов далеко за пределами планетарных границ.

Тем не менее, следует спросить, несмотря на эти очевидные недостатки все более индустриализированной глобальной системы производства продуктов питания прошлого века, удовлетворяла ли она потребности населения планеты в питании? Если да, то, возможно, можно лучше понять ее недостатки. Исследования того времени показали, что примерно 11% населения Земли недоедает, а 20% умирает преждевременно из-за заболеваний, связанных с питанием, включая недоедание и ожирение (Díaz et al., 2019). Более того, эти меры были даже шокирующе неумелыми в обеспечении биоразнообразия семян и устойчивости к вредителям. Несмотря на обильное использование ископаемых удобрений и токсичных пестицидов для повышения урожайности, устойчивость экосистем снижалась (Díaz et al., 2019; Shiva, 2008). Таким образом, даже если мир мог производить достаточно продовольствия, чтобы прокормить население, эти методы разрушали саму продуктивность почв и еще больше снижали урожайность (Cordell et al., 2009; Min & Devi, 2052; Ray, 2019).

Несмотря на то, что мировое производство продовольствия производит больше продуктов питания, чем когда-либо, чтобы удовлетворить потребности населения планеты, большая часть продовольствия в основном пропадает зря. Даже если основывать развитие человеческого потенциала на потреблении калорий, а не на более значимых показателях здоровья, связанных с питанием, в глобальном масштабе более половины населения планеты по-прежнему испытывало нехватку продовольствия (Hickel, 2016). Эти противоречия обнажили разительный диссонанс в повествованиях о росте и развитии, поскольку крайнее неравенство в человеческом обществе того времени достигло новых высот (Oxfam, 2015). Климатический и экологический коллапс также привел к ужасающим последствиям для человеческой жизни, проливая свет на структурные сбои в преобладающих социально-экономических структурах того времени. Глобальные цепи поставок продовольствия в значительной степени зависели от мелких фермеров, большинство из которых пытались удержаться на плаву в условиях рыночных режимов, настроенных на максимизацию прибыли на урожай, а не на удовлетворение потребностей человека или окружающей среды в питании (Shiva, 2001; Hossain, 2017; Min & Devi, 2052).

Кроме того, вызванные разрушением климата тепловые волны, засухи и наводнения неизменно снижают ежегодную урожайность (Min & Devi, 2052; Ray, 2019). До глобальных долговых юбилеев фермеры с небольшими земельными наделами были жертвами хищнических долговых режимов. Фермеров принуждали покупать запатентованные семена, удобрения и пестициды для выращивания монокультурных товарных культур. Когда сезонные дожди не шли, урожайность страдала, и фермеры были вынуждены обращаться в кабальное рабство, чтобы обслуживать такие долги (Carleton, 2017; Shiva, 2001). Под угрозой разорения из-за крайней задолженности и бедности эти долговые спирали достигли кульминации в виде широко распространенных случаев смерти фермеров в результате самоубийств в бедных аграрных обществах и даже в, казалось бы, развитых индустриальных странах (Carleton, 2017).

В то время фермерство стало одной из самых опасных профессий на планете (Carleton, 2017; Ubumwe, 2114), что сегодня может показаться странным. Централизованные продовольственные системы, основанные на ископаемом топливе, также привели к тому, что целые поколения фермеров оказались в нищете. Самая большая демографическая группа тех, кто испытывал голод в то время, была занята в сельском хозяйстве (около 70 %). С обесцениванием труда и заботы в сельском хозяйстве люди, выращивающие глобальную продовольственную продукцию, не могли позволить себе покупать плоды своего труда. Таким образом, дешевая еда была таковой только благодаря фермерскому труду и эксплуатации земли. Мы должны отметить, что, несмотря на эти немислимые шансы, крестьянская продовольственная сеть обеспечивала продовольствием большую часть населения планеты, используя примерно четверть природных ресурсов и сохраняя при этом биоразнообразие, что делало продовольственные системы устойчивыми.

### 1.3. Возвращение земель: нарушенные договоры и уничтожение коренных народов

Именно в это время почти религиозное стремление к экономическому росту совпало с быстрым снижением продуктивности сельского хозяйства, плодородия почв и биоразнообразия во всем мире; земли, управляемые коренными народами продавались с аукциона, как последние оставшиеся плодородные почвы на планете (Phillips, 2019). Земли, управляемые коренными народами по всему миру, были оазисами биоразнообразия и местами связывания антропогенного углерода (рис. 4). В качестве товара в такой схеме сложные взаимосвязанные, межпоколенческие экологии отделялись от своих отношений как леса, болота или трясинны, атомизированные сущности, попадая в сферу действия промышленных производственных мощностей (Periyar, 2043). Коренное регенеративное управление землей либо инфантилизировалось, либо уничижительно считалось архаичным.

Однако, как показывает ход истории, истина могла быть совершенно противоположной. Иллюзорное “изобретение” природы вне человека было более инфантильной позицией, хотя она и приносила определенную пользу, создавая ценность для товаров, таких как пища, недвижимость, минералы или древесина (Min & Devi, 2052). Когда земли превратились в промышленные фермы, это было связано с их производственными возможностями, поэтому их целью было быть прибыльными (Min & Devi, 2052). Теперь мы знаем, что такие механизмы не могли просуществовать достаточно долго, чтобы избежать столкновения с термодинамическими пределами климатической системы. Казалось, что это была временная самоцель - использовать “непродуктивную” природу и заставлять ее работать на “продуктивную” службу, которая часто ориентировалась на быстрые, дешевые товары, доставляемые во все уголки мира, а затем так же быстро потребляемые и растрачиваемые (Maithili & Tenzing, 2106). Наряду с неолиберальной финансиализацией, на каждом этапе этого процесса “производные рынки” вносили хаос в планетарное и социальное благополучие в серии циклов бумов и спадов (Chang, 2012; Hera, 2010). Однако даже в то время, когда экологический упадок ускорялся беспрецедентными темпами (Ellis-Petersen, 2020; Phillips, 2019), национальные государства продолжали отмежевывать охраняемые земли коренных народов для промышленной и экономической эксплуатации (Ellis-Petersen, 2020; Phillips, 2019; Thekaekara, 2019). Как ни странно, учитывая снижение нормы

прибыли в глобальном масштабе, эта политика не могла обеспечить огромную отдачу от инвестиций (García-Olivares & Solé, 2015; Hickel & Kallis, 2020; Maithili & Tenzing, 2106).

Эти охраняемые лесные земли стали объектами будущей экспансии промышленных ресурсов и сельскохозяйственных конгломератов, несмотря на то, что это были, возможно, последние участки планеты, где еще сохранялось нетронутое биоразнообразие, управляемое коренными предками. Эти акты жестокости начались и закончились на коренных предках и исконных землях. Их вытеснение и геноцид легли в основу так называемого цивилизованного мира, представляемого как предвестник прогресса, почитаемого за способность потреблять свою животворящую экосистему. Более того, в так называемую неолиберальную эпоху логика господства и добычи обратилась на человеческое общество и привела к коммодификации и милитаризации социальной жизни, последствия которой оказались глубокими. Эти модели слишком хорошо знакомы тем, кто изучает столетия насильственного переселения и отчуждения земель, которые привели к геноциду и массовому перемещению коренных наций и народов с их исконных и родных земель. Подобный опыт также сопровождался уничтожением и нарушением прав нечеловеческих родственников в результате насильственной милитаризации, сброса и загрязнения токсичных отходов и добычи ресурсов (Thara, 2047). Учитывая эти трудности,



Рис. 4. Вклад знаний коренных народов, описанный в отчете МПБЭУ за 2019 год как важнейшая стратегия действий в области изменения климата. (Díaz et al., 2019)

земли коренных народов стали бастионами экологического управления, создания устойчивости экосистем и сохранения глобального биоразнообразия (Munda, 2058; Nenquimo, 2020). Несмотря на невообразимые трудности, коренное население выстояло.

#### 1.4. Кризисы легитимности

Многие из этих деструктивных тенденций нашли общую почву с политическими альянсами, направляющими ресурсы на подавление прогрессивных движений, практикующих демократическое инакомыслие. Эти тенденции считались реакцией на сохранение “бизнеса как обычно” (BAU), учитывая снижение нормы прибыли и наступление климатического коллапса, который грозил катастрофой (Robinson, 2019). Последствия беспрецедентного неравенства и социальных волнений не ограничивались только социальной сферой; неустанная добыча в хрупких экосистемах была отчасти обусловлена таким неравенством. Пандемия коронавируса (COVID19) в 2020-2023 годах неувольнимым образом предупредила о важности поддержания этих экосистемных услуг за пределами гегемонии добывающей промышленности того времени и о реальной угрозе полного социального коллапса, который может свести на нет весь прогресс человечества за относительно короткий промежуток времени (Milanovic, 2020). Дальнейшая утрата экосистемных услуг грозила развязать новые и беспрецедентные заболевания пандемического уровня, как и постоянное уничтожение лесов и наземных экосистем ради кратковременной экономической выгоды (Díaz et al., 2019). Например, тропические леса Амазонки движутся к точке невозврата (Lovejoy & Nobre, 2019), готовые стать источником выбросов углерода (Covey et al., 2021).

Учитывая репрессии и неизменно низкий уровень глобальных климатических действий до начала 21 века, вполне оправдан скептицизм к надеждам на то, что государственные институты дадут существенную директиву для решения этой проблемы. Движения за климатическую справедливость сталкивались с непрекращающимися репрессиями, зачастую со стороны тех же институциональных сил, которые толкали мир все ближе к экологической пропасти (Maithili & Tenzing, 2106). По мере того как сообщества сталкивались с непосредственными экзистенциальными угрозами наряду с ухудшением качества жизни, казалось, что наступает инерция. Глобальный порядок не мог найти другого выхода, кроме как держаться за BAU (Maithili & Tenzing, 2106). Эти кризисы возникли именно потому, что старые гегемонистские системы добычи и доминирования отказались уступать климатическим реалиям того времени и позволить признать альтернативные взгляды, одновременно разрушая общественные договорённости (Robinson, 2019; Torres, 2027).

Перед лицом таких угроз институты пытались восстановить свою легитимность с помощью незаконных действий, обращаясь к инакомыслящим с авторитарной реакцией, что еще больше усиливало делегитимизацию. Прошло совсем немного времени, прежде чем сообщества по всему миру смирились со стиранием общественного договора, разочарованием в грандиозных обещаниях и, в конечном итоге, с предательством и бездействием в отношении климата. Вскоре, столкнувшись с постоянно усиливающимися климатическими катастрофами, глобальными пандемиями и авторитарными переворотами, доверие общества к институтам оказалось на рекордно низком уровне (Torres, 2027). Цивилизация, казалось, долгое время находилась в состоянии войны с самой собой, сознательно каннибализируя себя, даже свое воображение. Социокультурные образы того времени выделяются своей нормализацией и идеализацией климатического фатализма. Однако эти климатические апокалипсисы были реальностью для наших предков, бедных, коренных и маргинальных народов мира. То, что, возможно, было предостережением, превратилось в реакционные силы. Уместно отметить, что ранние реакционные авторитарные движения стремились захватить демократические институты, чтобы воскресить неокOLONIALНЫЙ, националистический мировой порядок. Однако эти движения, как правило, рушились под своим весом так же быстро, как и приходили к власти.

## 2. Регенерация жизни: Обновление социальных свобод для глобальных климатических действий

Что можно сказать об этом “кризисе цивилизации”, и где человеческому обществу найти формы общения, чтобы избежать гибели? Чтобы пережить немислимое, наши предки должны были сделать как раз невозможное - стать земным организмом, родным для планеты. Это потребовало открытия синергии, старой и новой, с планетарной экологией, от которой человечество отделилось, изучения альтернативных рациональных целей радикальной индигенности, прощания с “детством человечества” (Graeber & Wengrow, 2021). Сброс некоторых чахлах и изнурильных мифов о “цивилизации” в том виде, как она понималась до этого времени, безусловно, помог, коллективно воссоединившись с естественным, реляционным миром, который начал претерпевать быстрые, иногда непонятные трансформации.

В начале 21-го века укоренились коалиции прогрессивного типа. Несмотря на непрекращающиеся репрессии, многие движения сопротивления создавали новые пути устойчивости, и продолжали возникать возможности социальных переломных моментов. Многочисленные движения за социальную и экономическую справедливость, мобилизацию рабочей силы, суверенитет коренных народов и возвращение земель, глобальную справедливость и возмещение ущерба климату, устойчивое сельское хозяйство, права животных, продовольственный суверенитет, борьбу фермеров, общественное здравоохранение, отмену тюрем, списание долгов, гражданскую науку, движения за открытые знания и передачу технологий начали укрепляться вокруг взаимосвязанной борьбы за новый климатически справедливый мир (Hampton & Kuruwila, 2022). Эти движения неуклонно создавали консенсусные коалиции и альтернативные инфраструктуры, которые пересекались в бесчисленных способах существования и действия, обсуждая отход от ожиданий постепенных изменений, и настаивали на реализации своих собственных преобразующих, структурных проектов в качестве альтернатив, основанных на климатической справедливости (Hampton & Kuruwila, 2022). Это подразумевало восстановительное правосудие, конец поселенческо-колониальных институтов и обеспечение возмещения ущерба, интегрированного восстановления биоразнообразия и продовольственной безопасности для наиболее уязвимых слоев населения во всем мире. Это оказалось важным для решения проблемы шестого массового вымирания для восстановления экосистем и мест обитания, находящихся под сильным стрессом из-за коллапса климатической системы. В сложившихся обстоятельствах эти пересекающиеся движения создавали новые, основанные на месте альтернативы, даже противодействуя авторитарным репрессиям с помощью многочисленных альтернативных формаций программ взаимопомощи для обеспечения устойчивости к изменению климата (Vemula, 2016). То, что формировалось в этих возникающих коалициях, было формулировкой универсальных социальных контрактов, чтобы вернуть себе экологические свободы, которые цивилизованная жизнь обещала за счет других, что стало более важным для реализации целей необходимых климатических действий.

### 2.1. Переосмысление планетарной экономики

Когда доверие общества к институтам разрушилось, сообщества мобилизовали и создавали альтернативные институты для удовлетворения своих потребностей, осуществляя свое право на самоопределение и создание сообщества с помощью альтернативных экономических моделей. Когда Чрезвычайная Ассамблея ООН утвердила договор о взаимном обеспечении процветания (МАТ) по климатическим действиям (IPBES, 2028), это было сделано из страха, что альтернативы, созданные в низовых организациях, могут быть оспорены. Этот кризис легитимности дал о себе знать, когда даже после принятия обязательных положений и обязательств со стороны государственных учреждений, они едва ли были зарегистрированы в общественном дискурсе, учитывая, как много таких договоров в прошлом не смогли предложить долгосрочных преобразующих изменений. Договор МАТ даже предложил альтернативные модели управления, такие как Глобальные климатические ассамблеи, чтобы вернуть доверие общества к институтам

(Dirik & Chen, 2029). Договор МАТ был дополнением к договору о всеобщей климатической справедливости (UCJ). Хотя оба они были сосредоточены на климатической справедливости и экологических компенсациях, в договоре МАТ больше внимания уделялось изменениям в землепользовании для восстановления общего достояния, биоразнообразия и экосистемных услуг, хотя многие считали, что уже слишком поздно (Achibe, 2029).

Таким образом, даже когда договор был доработан, многочисленные зеленые экономические сделки уже осуществлялись Глобальными Климатическими Ассамблеями (GCA), направленными через политические платформы национальных игроков. Традиционное сопротивление этой политике исходило от преимущественно богатых государств или тех, кто намеревался следовать по схожей с ними модели развития. Этот путь к богатству, проложенный за счет биосферы, оказался логистическим тупиком, поскольку многие богатые страны переживали стадию отставания в развитии, когда социальные и экологические показатели демонстрировали серьезный спад, несмотря на высокие экономические показатели (Anh, 2028; García-Olivares & Solé, 2015). Эти страны, столкнувшиеся с кризисом чрезмерного развития, должны были внедрить модель “деградации” для сокращения своего экологического следа (Nickel, 2020), сосредоточившись на социальных программах, направленных на улучшение благосостояния людей, чтобы избежать социального коллапса (Anh, 2028). Поначалу эта модель была принята на веру и реализована наполовину. При адекватном социальном давлении этот шаг был достаточно масштабным, чтобы склонить чашу весов в сторону климатической справедливости, что стало популярным в дискурсе того времени.

Разделение экономического роста и материального благосостояния означало, что производство и потребление основных товаров и услуг были выведены с рынка и фундаментально смещены в сторону возможностей изучения “общественно полезного производства” для удовлетворения фундаментальных человеческих потребностей (Ngata, 2076). Кроме того, в этой новой структуре было определено, что официальное признание инфраструктур заботы и социального воспроизводства в качестве фундаментальных для обеспечения человеческого благополучия - работа, которая до этого времени выполнялась исключительно наиболее маргинализированными группами населения на протяжении всей истории (Graeber, 2014; Stanley et al., 2021). До тех пор экономика считалась успешной в глобализованном смысле только в том случае, если она находила способы удешевления социального воспроизводства для поддержания такого социально-экономического порядка. Тем не менее, это был квинтэссенциальный фундамент для регенерации всех человеческих обществ. Вслед за этим Всеобщая декларация климатической справедливости в рамках UCJ обеспечила внедрение всеобщего прожиточного дохода (UNDP, 2029) вместо более консервативных предложений о всеобщем базовом доходе (Bregman, 2017). Первоначальные предложения были подвергнуты резкому осуждению, поскольку они предполагали массовое отвлечение средств на спасение избыточных отраслей промышленности и экономических институтов, ответственных за кризис в первую очередь (Lee & Cooper, 2028).

Более того, каналы распределения были менее чем оптимальными, поскольку многие группы людей не были учтены в бюрократическом аппарате. В то же время некоторые сообщества и нации полностью отказались участвовать в этом процессе. Хотя сама политика проводилась в спешке, это означало, что в некоторых местах потребуются годы, прежде чем ее влияние будет ощущаться в полной мере. В других случаях некоторые каналы распространения саботировались.

## 2.2. Восстановление сообщества: Обновление социальной жизни

Примечательно, что даже когда целые отрасли промышленности исчезли, а люди покидали неприемлемые условия труда, социальные показатели здоровья и благополучия резко улучшились. Впрочем, в ретроспективе это было неудивительно. Те, кто предпочитал работать по трехдневной рабочей неделе, несмотря на гарантированный базовый доход, в свободное

время занимались общественной деятельностью (Zerrano, 2036). В свое “непродуктивное” время люди занимались волонтерством и организовывали общественные проекты, такие как “лангары” и другие открытые кухни, собирая местные продукты, ремонтируя технологические артефакты, строя социальные жилые дома, а также “озеленяя” и возрождая густые городские леса. Несмотря на суровую непредсказуемость климата, которую переживал мир, эти добровольные сообщества демонстрировали огромную терапевтическую ценность для социального организма, все больше обращаясь к кризису психического здоровья и массовой климатической тревоге, оставшимся от прежнего порядка. Замедление в вопросах глобальной экономической деятельности вместо этого ускорило социальную активность, поскольку люди перенаправили свою энергию в свои сообщества. Универсальные социальные программы радикально расширились в тех местах, где прожиточный минимум был недостаточен для решения проблемы системного обнищания (Doon, 2035).

В свободное время сообщества предпринимали больше спонтанных действий. Волонтерские программы и фестивали возрождения занимались общественными делами. Ресурсы объединялись теми, кто стремился восстановить почвы, создать агроэкологические продовольственные кооперативы и возродить экосистемы. Проекты общинных фермерских хозяйств стали широко освещаться, поскольку казалось, что стало возможным создать каркасы для поглощения углерода, возвращающие атмосферный углерод в почву. По совпадению, многие из этих действий были поддержаны положениями договора МАТ (IPBES, 2028), которые общины инстинктивно поддержали. Обедневшие фермерские общины освободились от долговой ямы благодаря всеобщим доходам, позволяющим жить, и стали оплотом культурного, интеллектуального и экологического возрождения сельской жизни. Городская жизнь, с другой стороны, трансформировалась в различные вариации программ переходных городов, поскольку более локальные круговые экономики возродили городскую жизнь во всем мире и сделали города снова пригодными для жизни. Рынки сократились во всем мире, в то время как местная экономика процветала, поскольку еженедельные базары стали центрами местной экономики обмена артефактами местного производства, образуя средства для социализированного обмена. Городская и сельская социальная жизнь обрела другие формы выражения, поскольку фестивали, искусство, музыка, рекреационные виды спорта и другие культурные занятия стали проводиться с экспоненциальным расширением возможностей.

Многие из этих изменений стали возможны благодаря спонтанной общественной волонтерской деятельности, когда люди брали на себя ответственность за свои общественные пространства и реализацию своих интересов. Открытые научные движения, такие как “Гражданская наука” (Wildschut, 2017), показали свою перспективность во время кризисов (Hussein, 2018). Вскоре они стали важнейшими платформами, поддерживающими распространение и подтверждение научных данных в сообществах (Cuentas et al., 2029). Освободившись от принуждения к работе, люди спонтанно организовывались вокруг общих интересов, которые в подавляющем большинстве случаев были направлены на социально значимую работу, часто на добровольной основе для восстановления экологии и социальной справедливости (Ngata, 2076). Движения Open Tech и Open Science возникли в этот особый период, распространившись из этих ранее “подчиненных” сообществ (Ngata, 2076). Эти радужные коалиции групп гражданских ученых, борцов за отмену войны и групп коренных народов также положили конец “экономике войны” (Vemula, 2116).

### 2.3. Деколонизация земли: реализация суверенитета коренных народов

В начале 2030-х годов постановление по делу об экоциде предъявило обвинение глобальным сетям добытчиков и эксплуататорам ископаемого топлива. Они были привлечены к ответственности за свои преступления против человечества и планеты, отсрочив на десятилетия принятие климатических мер и спровоцировав массовое вымирание (ICC, 2034). Богатство многих

национальных государств, зависящих от этих сетей, было основано на этих договоренностях - на перемещении, уничтожении и геноциде коренных народов мира ради добычи ископаемых и минералов для развития их режимов (Munda, 2058). За риторикой так называемого развития скрывалась система, созданная для того, чтобы приносить пользу нескольким привилегированным слоям общества, работающего на ископаемом топливе, за счет многих. В ее действиях кодифицирован след, усеянный вопиющими экоцидными актами, направленными на обогащение немногих. Отныне, согласно закону о климатических компенсациях, такая модель неокOLONIALного развития должна была быть отменена. GCA издали призыв к климатическим репарациям за перемещение и геноцид коренных народов путем поддержки движений за возвращение земель, возвращения территорий коренных народов и признания их в качестве суверенных геологических образований (UNCAC, 2043).

Отказ от ископаемой энергетики радикально сократил след от выбросов и поставил пресловутую “систему на тормоза”. Оглядываясь назад, можно сказать, что это стало основой для усилий по повышению устойчивости, которые сами собой увенчались успехом, преобразовав как промышленные, так и сельскохозяйственные двигатели цивилизации. В последующие годы инфраструктуры, работающие на ископаемом топливе, были полностью ликвидированы, одновременно выплачивая репарации. Для транснациональных ископаемых сельскохозяйственных организаций сельскохозяйственная почва представляла ценность лишь в той степени, в какой она была ценна с точки зрения нормы прибыли, которую можно было получить взамен. После отмены ископаемых отраслей эти прибыли стали ничтожно малы, поскольку субсидии на удобрения и пестициды, производимые на основе ископаемого топлива, были отменены или прекращены, что сделало промышленные фермерские хозяйства менее продуктивными и финансово неустойчивыми. Большие участки земли, занятые промышленными фермерами, оказались заброшенными, впоследствии их заняли местные агроэкологи, и в большинстве случаев они вернулись под управление коренного населения. Городские и сельские общины взяли на себя ответственность за эти земли. Благодаря агроэкологическому подходу к земледелию местные фермы стали альтернативными экологическими площадками для выращивания продуктов питания. Со временем эти участки стали заповедниками для возрождения естественной среды обитания. Некоторые экономические механизмы, основанные на широком участии, даже нашли способы интегрировать универсальные выгоды в практику местного экологического фермерства для пополнения и обновления почвы при достижении углеродно-отрицательных петель в рамках справедливого климатического перехода.

В то время как предложения по сокращению выбросов углерода, зависящие от экологического управления почвой и землей, и сокращение глобального промышленного землепользования склоняют чашу весов глобальных выбросов по мере резкого снижения роста новых выбросов. Эта проблема наиболее заметно проявилась в докладах IPCC, и от нее просто отмахнулись, сославшись на печально известные технологии улавливания и хранения углерода (CCS), которые претендовали на решение этой проблемы (IPCC, 2018). Однако в условиях деградации глобальные программы по сокращению выбросов углерода оказались гораздо более разумными, поскольку сокращение выбросов в результате замедления экономической деятельности и потребления значительно расширило их возможности. По мере распространения перераспределения устойчивой к климатическим изменениям основной инфраструктуры формировались глобальные коалиции, отвечающие на призыв к намеренным климатическим действиям, ориентированным на сообщества. Общины постепенно открывали заново и возрождали местные знания коренных народов и объединяли их с научным дискурсом того времени, что давало шанс на достижение невозможных целей по сокращению запасов. Ноу-хау и практика коренных народов применимы к столь масштабному начинанию. Несмотря на некоторые конфликты на этом пути, они оказались очень эффективными для достижения целей сохранения, восстановления и регенерации экосистем, координируя трансформационные изменения экономических, социальных, политических и технологических факторов, которые были так необходимы (Díaz et al., 2019).



С возвращением этих земель суверенные коренные сообщества выполнили долгую и трудную задачу по возрождению и восстановлению их исконной связи с поврежденными наземными экосистемами и средой обитания, изуродованной так называемым цивилизованным обществом. В дополнение к этому режимы управления сместились в сторону внутренней политики для обеспечения местной устойчивости и глобальной справедливости, основанной на развитии человеческого масштаба для обеспечения возмещения ущерба климату и восстановления экосистем в сочетании с благосостоянием человека и общества. Управление экосистемами в этих регионах осуществлялось на основе знаний коренных народов в сотрудничестве с наукой того времени. Открытая передача технологий сделала эти знания возможными при возмещении ущерба климату, поскольку глобальные усилия ликвидировали права интеллектуальной собственности на ископаемые агротехнологии, построенные на приватизации общего достояния и знаний коренных народов (Cuentas и др., 2029; Shiva, 2001). Как никогда ранее, сотрудничество между системами знаний коренных народов и движениями за открытую науку укреплялось по мере того, как передача технологий делала саму идею об интеллектуальной собственности устаревшей.

## 2.4 Долгосрочное сокращение выбросов углерода: ревайлдинг, биоразнообразия и агроэкология (2028-2054)

К середине 21 века глобальные климатические стратегии стали находить синергию, направленную на региональные и глобальные интегрированные подходы к биоразнообразию и агроэкологии в ответ на климатические кризисы. Хотя многие из них включали в себя новейшие технологические ноу-хау, лучше всего работали те, которые были основаны на традиционной мудрости и местных знаниях коренных народов. Вместе с сетевыми сообществами, занимающимися гражданской наукой, эти практики переосмыслили новую технологическую культуру, опирающуюся на регенерацию экосистем с помощью методов пермакультуры, местной охраны природы и устойчивого производства продуктов питания в локальных масштабах.

Так началась поистине колоссальная задача регенерации экосистемных услуг, обеспечивающих здоровые почвы, которые, как уже известно, обладают гораздо большим потенциалом и способностью улавливать углерод, чем атмосфера или даже растительность (Ciais et al., 2013). Более того, восстановление суверенных старовозрастных лесов мира уже продемонстрировало потенциал для восстановления биоразнообразия суши (Damschen et al., 2019). После восстановления здоровые почвы могут впоследствии предложить еще более качественные экосистемные услуги, включая производство биомассы в сельском и лесном хозяйстве, хранение, фильтрацию и преобразование питательных веществ и воды; места обитания биоразнообразия; источники сырья; и поглотители углерода (FAO и ITPS, 2035).

Промышленные продовольственные системы, которые когда-то опирались на дешевое ископаемое топливо, больше не могли быть дешевыми и были перепрофилированы на управляемое сообществами агролесоводство. Этот переход усилил материальное производство и культуру потребления, которые начали интегрироваться в экологически восстановительные практики пермакультуры. Экологическое восстановление осуществлялось через устойчивые сельскохозяйственные, аквакультурные и животноводческие системы, сохраняющие местные виды, сорта, породы и среду обитания. Жизненные доходы и местное производство и потребление удовлетворяли основные потребности человека и обеспечивали, чтобы распределительные сети сократили голод и недостаток питания примерно половины недоедающего населения мира до рекордно низкого уровня. Победы движений за возвращение земель коренных народов и перераспределение земель благодаря программам возмещения климатических потерь помогли омолодить сельскую жизнь и резко сократить число самоубийств в этих уязвимых сообществах (Thara, 2047). При таком раскладе локализация продовольственных систем и создание Народных Архивов Семян (PSA) укрепили биоразнообразие семян и продовольственную безопасность, а также существенно помогли восстановить экосистемные

услуги, которые считались утраченными (Nairanoi & Kelmer, 2031). Поскольку фермерские сообщества по всему миру изучают и обмениваются методами ведения сельского хозяйства, а также делятся семенными ресурсами и ноу-хау, автономные пояса коренных народов стали площадками для других важнейших усилий. Восстановление экосистем сыграло огромную роль в реабилитации миллионов животных, недавно освобожденных из промышленных скотобоев. Резко изменившаяся структура питания также повлияла на движения скотоводов, которые поддержали экологический надзор за одомашненными животными на охраняемых землях, что, естественно, оказалось преобразующим фактором для управления животноводством и восстановления регионального биоразнообразия (Wu & Young, 2035).

#### 2.4.1 Ревайлдинг Сетей Зон Устойчивости к Изменению Климата (CRZ)

За последнее столетие в ходе крупномасштабных исследований была установлена взаимосвязь между глубокими способами возмещения ущерба климату и действиями коренных народов, которые привели к обновлению систем знаний и достижению столь необходимых климатических целей. В мире после репараций это было сделано на основе негласных знаний о системе управления экосистемами коренных народов и усилено гражданской наукой, чтобы сосредоточиться на восстановлении устойчивости экосистем. Это сотрудничество, направленное на достижение взаимного процветания, материализовалось в создании первых зон устойчивости к изменению климата или CRZ, которые появились примерно в то время и были основаны на коренных перспективах практики устойчивости к изменению климата (Goldman, 2028). Эти CRZ, названные так по аналогии с “особыми экономическими зонами” (SEZ), которые во многом определяли экономическое развитие второй половины XX века, основанное на нерегулируемой промышленной экспансии и росте, который был инструментом неокOLONIALНОЙ добычи (Neveling, 2015). Таким образом, эти CRZ стали уникальным шагом в истории, который превратил эти некогда жертвенные мертвые зоны городской застройки в сегодняшние густые старовозрастные мега-леса коренных народов (Рисунок 5).

Важно отметить, что первые CRZ возникли вокруг городской застройки Момбасы в то время, когда климатический кризис обрушился на Восточно-Африканский регион, ежегодно принося беспрецедентные ураганы. Именно здесь многие партизанские лесоводческие коалиции применяли уникальные сочетания традиционных местных знаний, возрожденных на суверенных землях коренных народов, в сотрудничестве с движениями по восстановлению и гражданской науке, формирующимися в регионе. Эти коалиции пытались найти решение экологического кризиса, в то время как ежегодные сезоны ураганов становились все более катастрофическими с каждым годом. В то время как массовые климатические миграции заставили городское население сократиться в некоторых регионах, некоторые общины в городе и вокруг него все еще продолжают жить. Несмотря на то, что такие методы целостного управления земельными ресурсами были знакомы коренным культурам на протяжении тысячелетий, быстрые изменения, вызванные климатом и экологическим распадом, поставили под угрозу эти знания. Эти CRZ реализовали альтернативы давно известным и проверенным возможностям регенеративного городского развития, которые работали вместе для возрождения экосистемных услуг в сотрудничестве с экологическими процессами. Технические проблемы требовали дополнительных областей знания, чтобы расположить и действовать симбиотически с другими способами познания для обеспечения долговечности действий. Возможно, именно благодаря этим рамкам CRZ в Момбасе развивалась так, как она развивалась, став первым задокументированным случаем CRZ, который объединил эту глубокую связь между знаниями коренных народов и группами гражданских ученых, которые объединились для регенерации лесных экосистем вокруг них.

Многие из этих усилий были скрыты от мира, их осуществляли обычные люди, живущие в районе Момбасы. За несколько десятилетий леса в этих CRZ значительно восстановились, образовав плотные участки, по которым иногда даже трудно было пройти человеку. Произвольные,



Рис.5. Восстановление разобщенных местообитаний ускоряет регенерацию и способствует возрождению старовозрастных лесов. (Cech & Tarkovsky, 2108)

намеренно созданные схемы, казалось, были призваны помочь защитить городскую и сельскую инфраструктуру, которая сталкивается с экстремальными ураганами. Эти переплетенные агроэкологические участки густых старовозрастных лесов подтвердили то, на что предыдущие исследования только намекали (Thom et al., 2019). В сезоны ураганов пересечение участков чрезвычайно густых старовозрастных лесов чрезвычайно хорошо рассеивало энергию ураганов и повышало устойчивость климата к засухе и жаре в течение нескольких сезонов. CRZ и поддерживающие их сообщества были гораздо более устойчивыми, интегрированными с регионами местного экологического сельского хозяйства, лекарственной флорой и инженерными волокнами для местного производства. Для дальнейшего обеспечения продовольственной безопасности многие города Глобального Юга также последовали этой практике в последующие годы, интегрируя способы включения человеческого и лесного обитания в городской гоулен, взаимно усиливая друг друга. Объединение знаний местного населения и коренных народов в качестве прагматичной стратегии смягчения последствий изменения климата лучше всего подходит для Момбасы, где в стратегических точках города выращиваются густые лесополосы, которые охватывают город и распространяются по нему, становясь ветрозащитными сооружениями и стратегией предотвращения штормовых нагонов.

Возможно, в начале 2030-х годов проводились эксперименты по посадке густых участков старовозрастных лесов, пересекающих город (Goldman, 2064). Сегодня многие процветающие старовозрастные леса, расположенные вблизи населенных пунктов, появились благодаря таким усилиям по облесению и озеленению. По мере расширения экосистем CRZ, устаревшие городские и промышленные инфраструктуры были «списаны» и восстановлены из застроенной городской среды и инфраструктур, которые больше не были нужны (Cerano, 2031). Эти CRZ должны были стать охраняемыми регионами и вскоре были приняты во всем мире, поскольку коренное население и союзные коалиции восстановили некогда чистые бетонные и асфальтовые территории. Эти территории превратились в пространства для расширения городской социальной жизни, повышения устойчивости климата, биоразнообразия, восстановления экосистем и производства местных продуктов питания (Cerano, 2031).

Чтобы создать CRZ, общины должны были восстановить деградировавшую плодородность почв после примерно столетия интенсивного сельского хозяйства. Это возрождение было основано на хорошо зарекомендовавшей себя практике коренных народов: внесение в почву карбонизированного вещества, известного как «биохар», биологически активированного полезными микробами. Исторически известно, что этот биохар или биоуглерод способствовал плодородию почв тропических лесов Амазонки, известных как «Терра Прета», а также мог

связывать углерод в течение тысяч лет (Glaser et al., 2001). Также было хорошо изучено, что эта почва с углеродной добавкой может помочь обеспечить экосистемы, которые в этом нуждаются, полезной микробиотой (Hammer et al., 2014; Lehmann & Joseph, 2009; Ngatia et al., 2019). Эта стабильная почвенная поправка из карбонизированного органического вещества была даже предложена в качестве эффективного средства связывания углерода и одновременно интеграции в местное промышленное производство высококачественных продуктов (Bates & Draper, 2019). Таким образом, даже социализированное сельское хозяйство вписывалось в более широкий экологический контекст, основанный на “системах знаний коренных народов”, а также на открытой науке и открытой технологии как средствах. В CRZ теперь жили домашние животные, недавно освобожденные с промышленных мясокомбинатов, и это способствовало дальнейшему озеленению этих мест, обеспечивая пастбищный вклад в восстановление экосистем (Wu & Young, 2035). Такое симбиотическое развитие этих CRZ с местными фермами пермакультуры создало благоприятные климатические петли обратной связи. Это оказалось ключом к восстановлению старовозрастных микробных экосистем в этих почвах, пострадавших от деятельности человека. Как показали первые вмешательства, озеленение и воссоединение старовозрастных лесов мира привело к практическому прорыву в восстановлении биоразнообразия (Рисунок 5) и показало, что чем старше старовозрастные леса, тем больше углерода они могут накапливать, чем считалось ранее (Tollefson, 2014).

Многие исследования подтвердили, что микробные микоризные пути в земле обеспечивают здоровую агролесомелиоративную деятельность. Эти здоровые микробные русла могли восстанавливать экосистемные услуги в целостном масштабе и были гораздо более эффективными средами питательного обмена азота и фосфора и связывания углерода (Whiteside et al., 2019). Кроме того, потенциал секвестрации углерода в этих экосистемах возрастал экспоненциально по мере того, как эти экосистемы становились все более “старовозрастными”, что означало, что почвы этих лесов обладали огромным потенциалом для секвестрации углерода на гораздо более глубоком уровне, чем когда-либо прежде (Thom et al., 2019; Tollefson, 2014). В то время исследования подтверждали влияние этих лесных экосистем, проводились в геологическом масштабе, изменяя структуру осадков (Коортерман et al., 2018; Popkin, 2018; Steidinger et al., 2019). Лишь много позже это простое вмешательство для восстановления здоровья почвенных микроорганизмов в CRZ привело к глобальным каскадным эффектам, влияющим на целые геологические масштабы осадков и углеродных циклов (Cech & Tarkovsky, 2108; Goldman, 2064). Несмотря на то, что эти сообщества CRZ преследовали лишь кажущиеся узкими цели распределения питательных веществ и связывания углерода, их развитие и возрождение экосистемных услуг повлияло на многочисленные климатические обратные связи более глубоко, чем когда-либо считалось возможным.

#### 2.4.2 Подпольные сеятели CRZ Новой Момбасы

Восстановление CRZ Момбаса и их новых старовозрастных лесов стало важной демонстрацией взаимодействия между системами знаний коренных народов и современными программами обеспечения устойчивости экосистем. Применение целостных культурных знаний для изучения и возрождения этих местных экосистем с использованием местных климатоустойчивых видов стало основой для практики CRZ во всем мире. Климатически Устойчивая Зона Новой Момбасы заросла густыми исконными лесами в течение десяти лет после посева семян, на что в естественных условиях потребовались бы сотни лет. Благодаря открытой системе знаний, опыт и знания позволили создать успешную стратегию, основанную на хорошо известной регенеративной практике. Таким образом, успех эксперимента CRZ Момбаса быстро распространился на другие регионы мира. Эта практика ускорила экспоненциально и довольно быстро распространилась как CRZ и широко дублировалась по всему миру (Тара, 2047).

Для восстановления старых лесных насаждений необходимы средства для быстрого прорастания их симбиотических микробных путей в выщелоченных сельскохозяйственных



Рис 6(а) Семенной шарик, изготовленный из биоуглерода, почвы и компоста, инокулированных мицелием, Seedballs Kenya (2014) (b) микоризная сеть из частиц биоуглерода, которые со временем полностью интегрируются в почвенную систему без признаков разложения и действуют как резервуар для питательных веществ и воды через микоризные гифы (оранжевые структуры). Изображения (Bruckman & Klinglmüller, 2014)

почвах. В то время как традиционные методы промышленного земледелия регулярно нарушали микробную фауну, имеющую решающее значение для восстановления лесных экосистем и создания агролесомелиоративных регионов. С сокращением использования тяжелой техники, работающей на ископаемом топливе, и эксплуатационного труда на фермах, методы земледелия стали более экологичными. Агроэкологическое, безотвальное земледелие могло применять технику семенных шариков в рамках “нулевого” земледелия (Fukuoka, 1978). Семенные шарики обогащали биоёмкость почвы питательными веществами и позволяли применять агроэкологическую практику. Они одновременно возрождали и регенерировали старовозрастные леса с очагами выращивания органических продуктов питания. Каждый из этих семенных шаров содержал определенную комбинацию местных семян, подобранных для конкретного типа экологии (Рисунок 6а).

Набивка шаров из местных семян начиналась с приготовления теста из биоуглеродного компоста, обеспечивающего богатую питательными веществами среду для прорастания семян даже в самых суровых условиях. Многие исследования того времени уже предполагали, что этот биоуглерод может быть дополнительно “дозаправлен” необходимыми питательными элементами, такими как азот и фосфор, из неископаемых источников (Ngatia et al., 2019; Zhou et al., 2019; Zhu et al., 2019). Как было понятно тогда, этот биоуглерод еще больше расширил доступ питательных веществ к семенам путем создания новых подземных почвенных микоризных путей (Рисунок 6b) (Whiteside et al., 2019). Определенные разновидности спор мицелия были мастерами по суперускорению роста леса (Tsing, 2015). Семена местных растений были отобраны на основе картографических архивных записей и знаний коренных народов, чтобы стимулировать симбиотические отношения, характерные для местной экосистемы. В местах, где места обитания были разобщены, высаживали комбинации семян утраченных видов, принадлежащих к одной экосистеме. Для этого архивы семян помогали находить и восстанавливать местные виды, которые когда-то считались утраченными из исторических записей (Naipano & Kelmer, 2031). В некоторых других случаях новые намеренно высаженные виды нашли свой путь, чтобы сбалансировать экосистему в сочетании с теми, которые имеют отношение к потребностям человека (Goldman, 2028). Посадка в более рандомизированных схемах имитировала естественную структуру этих семян. Известный как метод Miyawaki, этот творческий способ рассеивания семенных шариков сделал леса более устойчивыми и внес некоторую случайность, присущую моделям экологического возрождения (Miyawaki, 1999, 2004). Этот метод был менее прагматичным выбором для промышленной техники, но “семенные шарики” помогли охватить отдаленные территории, куда могли добраться группы добровольцев, учитывая амбициозный



Рисунок 7 Один из редких документальных снимков практики посева леса добровольцами тайной организации “walezi wa msitu”, которые собираются в экспедицию, засаживая CRZ для восстановления продовольствия и биоразнообразия. Изображение Open Archives, Mombasa (2064)

масштаб программ по восстановлению.

Городские сообщества стали свидетелями коллективных действий по восстановлению местных экосистем. Эти CRZ были преобразующими площадками для восстановления биоразнообразия, создания агролесомелиоративных практик и удовлетворения потребностей сообщества в питании. Прямые, но осознанные действия сообщества, такие как “детротуаризация”, привели к тому, что бетонные, стальные и асфальтовые покрытия инфраструктуры обнажили почву на возрожденных городских землях (Ceranop, 2031). В Момбасе большая часть этой работы была проделана тайно партизанской группой прямого действия, состоящей из представителей коренных народов, добровольцев-арбористов и представителей сообщества “гражданских наук”, которые занимались подготовкой старовозрастных почв с помощью специализированных посевных устройств (рис. 7). Эти группы, называемые “walezi wa msitu” (хранители леса на суахили), прошли длинными маршрутами по региону, исследуя и документируя местные лесные виды, а затем начали культивировать CRZ в регионе Момбаса. В то время эта партизанская группа понимала, что восстановление местных лесов - лучший способ сделать город самодостаточным в продуктах питания и обеспечить естественный барьер для все более разрушительных сезонных ураганов. Разработанные ими инструменты для посева (рис. 7) представляли собой любопытную смесь, созданную местными сообществами гражданских ученых и Open Tech из доступных в регионе технологий и ресурсов.

Во второй половине века эти партизанские действия стали более массовыми и широко распространились, приобретя культурно обусловленные характеристики. Ранний успех CRZ Момбасы повлиял на аналогичные усилия по восстановлению с помощью архивов



Рисунок 8 Автономные сеялки “светлячки” на одном из регулярных фестивалей регенерации старых деревьев в Калифорнии, Изображение Open Archives , (2108)

семян, позволяя сообществам быстрее автоматизировать работу по восстановлению старых лесов, сформированных коалициями коренных народов и местными академическими и исследовательскими институтами. В Гонконге эти действия приняли форму воздушных сеялок (рис. 8) в сочетании с заброшенными автономными технологиями, открытыми из казны прекратившего существование военно-промышленного аппарата (Ngata, 2076). Группы гражданских ученых в регионе взяли на вооружение концепцию сеялок CRZ и автоматизированные процессы для осуществления более эффективных процессов регенерации. Их иронично называли “светлячками” (螢火蟲) в период, когда сокращение численности насекомых в результате шестого массового вымирания все еще вызывало серьезные опасения. Сегодня оригинальные лесные сеялки выдержали испытание временем и используются даже спустя почти столетие. В тепличных условиях и непредсказуемых климатических циклах эти вспомогательные сеялки открыли возможности для миграции уязвимых лесных экосистем в подходящие климатические зоны при содействии цивилизованных культур. Однако это делается только в отчаянных попытках сохранить биоразнообразие и избавить эти экосистемы от климатического стресса, так как разрушительные климатические модели вносят хаос в экосистемы по всему миру. Даже сегодня можно увидеть этих “светлячков”, занятых посадкой новых экосистем в регионах, где произошла тепловая смерть лесных экосистем (Cech & Tarkovsky, 2108).

## 2.5 Трансформационная устойчивость: Пан-Коренные Автономные Зоны (2054 год и далее)

Связь между движениями Возвращения Земли “Land Back” и CRZ формировалась не сразу. Юридическое право на персонификацию для CRZ уже действовало в полной мере в рамках программы возмещения ущерба, связанного с климатом (UNCAC, 2056). Эта практика распространилась далеко и широко благодаря открытым системам знаний, которые помогли сообществам создавать свои собственные версии их. Пока решалась колоссальная задача восстановления богатых лесных экосистем, одновременно развивались материальные культуры, реагируя на этот сдвиг в сторону регенеративной практики. Эти тенденции возникли из, казалось бы, прагматичных решений о необходимости поддержания, сохранения и регенерации CRZ в качестве страховки устойчивости к изменению климата (Goldman, 2028, 2064). Старая парадигма

добывающей индустриализации одновременно переходила к локализации производства и потребления. Фокус производства сместился с потребительских рынков быстрых, массово производимых, дешевых продуктов и технологий на высококачественные, локально производимые и изготовленные товары для общественного потребления, которые производятся только один раз и сохраняются десятилетиями (L. Chen, 2031; Ngata, 2076).

В то время как рыночное производство резко сократилось для удовлетворения очень нишевых потребностей, экономика солидарности и взаимопомощи создала альтернативные модели для социализированного распределения универсальных, жизненно важных потребностей на уровне общины. В рамках последних материальные и технологические ресурсы должны были обеспечиваться открытыми системами знаний и синдицированными производственными мощностями (Alex & Mehrawi, 2080). Это “замыкало” системные пережитки индустриального прошлого и устранило экологические и социальные внешние эффекты. Они были несовместимы с исторически загрязняющей окружающей среду системой массового производства, которая создавала запланированное устаревание после роста рынка и держала в плену интеллектуальные патенты; это уступило место более масштабной, распределенной, управляемой сообществом системе производства. Эти сравнительно более медленные производственные процессы были направлены на снижение энергетического и экологического следа путем разработки высококачественных, многоразовых и ремонтнопригодных методов производства, “вытесняя” старые промышленные практики новыми социально ценными системами производства (Krets, 2048; Ngata, 2076). Несмотря на это, эти новые практики оказались способны и оснащены для обеспечения материального изобилия обществ, зависящих от CRZ (Goldman, 2064).

#### 2.5.1 Возникновение Симбиотического Мутуализма: Практика Само-Сознания

Благодаря большим усилиям по регенерации, соединение ранее урбанизированных ландшафтов с суверенными поясами коренных народов вдоль наземных регионов оказалось весьма успешным. Наступление растущего уровня моря на земли в некоторых случаях успешно преодолевалось с помощью мангровых зарослей и коралловых морских стен для спасения инфраструктуры на пересечении наземных и океанических экосистем. Совместные волонтерские сети объединили важные восстановительные работы в CRZ, расширив древние священные леса в регионе, добившись безусловного успеха и создав беспрецедентное изобилие ресурсов в этих регионах. Однако путь к этому изобилию не обошелся без трений. Гонконгская CRZ столкнулась с тем, что определенные слои населения пытались получить эксклюзивные монопольные права на общее достояние. Возможно, тоскуя по мифическому прошлому, они вернулись к некоторым формам примитивного накопления капитала, и это явление было более распространенным, чем нам хотелось бы. У этих действий были продуманные и разумные оправдания - удовлетворение материальных потребностей общества. В популярном дискурсе того времени они рассматривались как попытки возродить архаичные модели беспорядочного экстрактивизма, которые лишь недавно продемонстрировали обратную тенденцию. Эти траектории сигнализировали об очередной гонке к пропасти. К сожалению, многие синдикаты традиционной добычи в регионах также начали рассматривать эти экосистемы CRZ как источник ресурсов, который, по их мнению, должен быть открыт для эксплуатации (Goldman, 2064).

В результате борьба за будущее Гонконгской CRZ приняла любопытный оборот. Разочарованные этими первыми признаками возвращения к недавно отброшенной модели, радужные коалиции агроселекционных кооперативов начали занимать эти деликатные экосистемы, чтобы защитить их от ресурсных браконьеров. В этих местах оккупации можно было наблюдать впечатляющие успехи в попытках создать альтернативы синдикатным цехам по производству. Эти инициативы, поддержанные сообществами гражданских ученых и сообществ открытого знания, исследовали альтернативные методы синдикатного производства. Целью было восстановление ресурсов этих новых старовозрастных экосистем без необходимости доминировать или эксплуатировать их исключительно для потребления человеком.





Рис 9 а) Устройство Sym-Fab, находящееся на обслуживании у людей леса. б) Производственные капсулы, привитые к экосистемам старого роста, которые воплощают симбиотический мутуализм. (Qiao & Sakharov, 2093)

Эти коллективы предложили создать “SymFab” юниты (Рисунок 9) для решения этих противоречий путем интеграции принципов симбиотического производства, которые они практиковали на протяжении многих лет в CRZ, с синдицированными процессами производства в регионе (Wong, 2081). Симбиотические производственные процессы, в которых они участвовали, все еще основывались на принципах симбиотического мутуализма, но были фундаментально переосмыслены и интегрированы в CRZ для создания гиперлокализованных производств и удовлетворения основных социальных потребностей. Симфабы или “симбиотические производственные установки” возникли в ходе дискуссий о том, как производить необходимые в регионе материалы, не повреждая при этом хрупкие экосистемы CRZ. Таким образом, ограничения ресурсных возможностей CRZ привели к новым исследованиям в области материаловедения и экологического управления природными волокнами и древесными смолами, доступными в CRZ. Со временем были разработаны многочисленные рецепты композитов из этих волокон и растительных смол, что привело к прорыву в области биополимерных батарей, полупроводников и суперконденсаторов на основе смол, а также технологий композитного строительства. Симфабы функционировали как промежуточные площадки между человеческим обществом и старовозрастными насаждениями для взаимного восстановления экосистем CRZ. Интерфейс координировал производственные потребности, “выращивая” техно-материальную культуру для обеспечения взаимного процветания социальной и экологической совокупностей.

Симбиотический мутуализм относится к взаимному восстановлению и процветанию организма или экосистемы, втянутых в сообщество людей и нелюдей. Это явление признает автономию организма в процветании и самовосстановлении через его взаимоотношения с другими организмами в этих экологических сообществах. Регенерация может быть тем, с чем другие могут согласиться и что они могут принять. В рамках симбиотических отношений,

если экосистема должна была удовлетворять материальные потребности человеческого общества, то сначала нужно было понять, подходят ли эти действия для большой экосистемы в целом. То, что экосистема осознавала или осознает эти запутанные отношения и имела возможность участвовать в процессе процветания благодаря воздействию человека, было подтверждено лишь недавно (Vanoor et al., 2128). Симбиотический мутуализм наблюдался путем мониторинга интерстициальных микоризных интерфейсных сетей, ведущих к живым системам “симбитронических вычислений” (Vanoor et al., 2128).

Возможно, стоит напомнить, что целью было создание взаимного симбиоза, основанного на ответственности за взаимное процветание и уважении. Нечеловеческие организмы, о которых идет речь, не должны были подвергаться унижению только ради выгоды человека. Система была основана на симбиотическом мутуализме, поскольку избыточный органический карбонизированный материал перерабатывался в кормовой материал для дальнейшей переработки в углеродно-смоляные композитные продукты зрителем. Часть пиролизованного материала измельчается и инокулируется микробами, которые затем используются для дальнейшего расширения экосистемы леса и восстановления экосистемы с помощью автономных сеялок “светлячков”. Таким образом, каждый акт местного производства и потребления был префигуративно взаимно восстанавливающей экосистемой. Эти установки были ограничены и могли быть полезны только для мелкомасштабного высокотехнологичного производства. Используемые процессы зависели от типа, чтобы сохранить здоровье организма, с которым они взаимодействовали, чтобы обеспечить взаимный симбиоз организмов, а не паразитические отношения, которые поставили бы под угрозу и организм, и экосистему (Qiao & Sakharov, 2093).

#### 2.5.2 Симбиотическое производство в CRZ

Симбиотическая фабрикация (symfab)- это, казалось бы, разрозненный набор процессов, описывающих методы фабрикации, которые одновременно являются производными от феномена симбиотического мутуализма и привели к лучшему пониманию этого явления. Возрождение этих старовозрастных экосистем благодаря осмысленному вмешательству человека открыло возможности, отличные от CRZ (Qiao & Sakharov, 2093). Некоторые из методов, сделавших возможными эти материальные культуры, были затронуты еще в начале 21 века (Haneef et al., 2017) и начали достигать существенной зрелости только в более поздние годы в рамках более открытых технологий (Eonas, 2045). Симбиотические процессы производства были разработаны как анахроничная практика, с любопытством заимствующая концепции как из передовых наук того времени, так и из, казалось бы, старых традиций. Эти методы могли варьироваться от биокомпозитов и накопителей энергии на основе пиролитического разложения биологического сырья (Lam et al., 2019; Vold, 2015; Wang et al., 2013) до технологий изготовления на основе мицелия (Anandhavelu et al., 2017; Attias et al., 2017; Subban et al., 1996) и даже керамических электродов на основе глины (Ghidu et al., 2014). Эти процессы позволяли настраивать многочисленные физические и электрохимические свойства, изученные и реализованные открыто как локальная практика в CRZ.

По сути, symfab были созданы на основе методов 3D-печати начала XXI века, инструментов, которые движения “гражданская наука” перепрофилировали для включения ряда процессов биопечати, полупроводниковой печати и производства. Капсулы symfab были прикреплены к определенным видам деревьев, выбранным за их уникальные терпеновые соки и смолы. Процедуры, проводимые с организмом, осуществлялись строго на взаимовыгодной основе, с учетом приоритета благополучия экосистем. Так, только после того, как лес достигал определенной зрелости, стручки можно было прикрепить, привив их на стволы деревьев, чтобы обеспечить постоянное поступление смолы в системы. Стручки прививались непосредственно в капилляры стволов деревьев безопасным способом с помощью точных методов и инструментов,

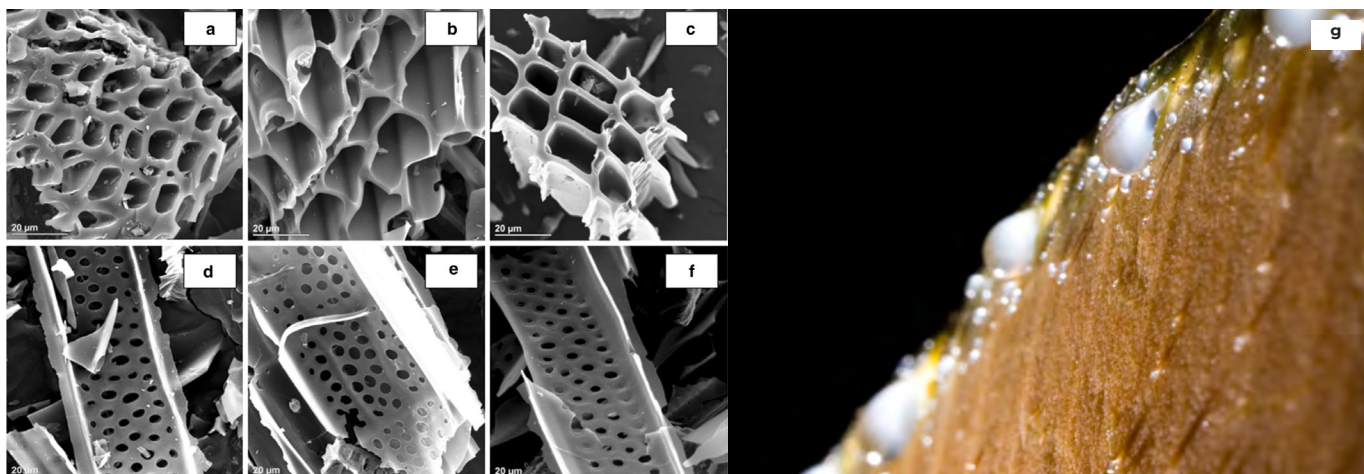


Рис 10 a-f) Хорошо зарекомендовавшие себя методы получения углеродного нановолокна из органических источников с использованием микроволнового пиролиза (Lam et al., 2019). g) природные терпеновые смолы, содержащиеся в древесных жилах, были дополнительно обработаны с помощью зеленой химии и атмосферного графена, что позволило создать на месте передовые технологии изготовления композитов, которые работают со священным лесом. Open Archives (2089).

разработанных “людьми леса”, по мере того как целлюлозные волокна организмов мозолили им глаза. Эти приспособления надевались на конкретные деревья до тех пор, пока они могли производить незначительное количество необходимой смолы и перерабатывать ее на месте, настраивая желаемые свойства. Функции аддитивного производства размещались в небольших многофункциональных устройствах, биологически синхронизированных с конкретными видами, и создавали артефакты с тонко настроенными свойствами материалов. Встроенная пиролизная камера производила биоуглерод и остаточную энергию и тепло из органических веществ, которые были доступны на месте и убраны с лесной подстилки, что было сделано специалистами в рамках профессии, которые управляли и ухаживали за этими установками. Процесс пиролиза обеспечивал тепло системы 3D-печати, которые производили необходимые товары и ремонтировали поврежденные устройства.

Побочные продукты пиролизической карбонизации и графитизации целлюлозных волокон (Рисунок 10a) и терпеновых смол были получены непосредственно из определенных видов растений. Они были “доработаны” для получения особых физико-химических и оптоэлектронных свойств, обеспечивающих различные свойства для применения в биокомпозитах и биоэлектронике (рис. 10b). В некоторых случаях органические волокна, такие как конопля и бамбук, выращенные на предприятиях пермакультуры, стали предшественниками для производства высококачественного углеродного волокна, используемого в передовой электронике. Интересно, что эти процессы когда-то были закрытой интеллектуальной собственностью ныне устаревших производств полимеров, получаемых из ископаемого топлива. Распространение этих технологий и материальных процессов позволило получить высококачественные материалы для переработки на местах в этих экосистемах CRZ, теперь открытых для общего пользования. Несмотря на то, что исторические записи остаются неполными, в последнее время ученые отслеживают и пытаются собрать воедино то, что часто называют технологиями “симбиотического производства”. Однако это явление имеет множество различных региональных номенклатур (Khan & Shah, 2127).

Спустя десятилетия “люди леса” по-прежнему занимают эти места и продолжают общаться со старовозрастными деревьями. Их стремление к взаимному восстановлению распространилось и на другие CRZ. Это сотрудничество создало радикальные сдвиги в сторону переосмысленного социализированного исследования и переопределило цель структур открытого знания, которые открыли научные и технологические поиски для более широкого общества. В этих регионах

нередко местные предания приписывают феномен симбиотического мутуализма живому лесу, который “лечит” предметы. Помимо эпистемических нюансов, это привело к значительным изменениям в социальной и культурной ткани, поскольку сегодня местное население обращается к этим симфабам как к “святыням”, принося туда свои старые и поврежденные артефакты или устройства, нуждающиеся в восстановлении. Конечно, все зависит от коллективной креативности этих творческих профессий, чтобы найти новые изобретательные способы регенерации и поддержания этих новых материальных культур.

### 3. Дискуссия

Прошло более века с момента публикации шокирующего доклада о биоразнообразии, подтверждающего, что планета вступает в 6-е массовое вымирание (Díaz et al., 2019). Планетарные экосистемы по-прежнему находятся в нестабильном состоянии, пока мы движемся по неизвестному пути на нашей Земле-теплице. Однако уровень концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере дает несколько оптимистичный, но предостерегающий сигнал. В начале 2020-х годов концентрация CO<sub>2</sub> достигла 420ppm, выйдя за пределы безопасных пределов, в которых может существовать человеческая цивилизация, и, по прогнозам, к 2100 году превысит 500ppm. Эта величина была достигнута летом 2063 года гораздо быстрее, чем когда-либо считалось возможным, как раз в то время, когда проекты CRZ набирали обороты. Акцент на CRZ вызвал критику в связи с тем, что один только почвенный углерод не может компенсировать ископаемый углерод в атмосфере (Carrington, 2021). Сегодня, возможно, именно благодаря этим интегрированным культурным экосистемным сдвигам уровень CO<sub>2</sub> снизился до 350-360ppm согласно последним измерениям (рис. 11). Однако сможет ли человеческая цивилизация исправить это остается пока ещё нерешенным вопросом.

Тем не менее, нам стоит признать и принять во внимание осторожные свидетельства восстановления. Сегодня, благодаря восстановлению среды обитания в этих охраняемых регионах биоразнообразия, пан-коренные заповедные зоны являются крупнейшими в мире наземными экологическими коридорами, соединяющими места обитания CRZ, и продолжают расширяться по сей день. Получить представление о масштабах этих регионов все еще сложно, учитывая крайне ограниченный объем доступных геопространственных исследований (Balan et al., 2026). Возможно, только время покажет, полностью ли восстановится наземное биоразнообразие и экосистемные услуги. За последнее столетие многие уязвимые виды и экосистемы нашли временное убежище в этих Зонах Устойчивости Климата (CRZ). Хотя сегодня эти места экологического возрождения уже не отделены от зон обитания человека. Многие из этих процветающих мест нового-старого роста стали священными во многих культурах и получили право на индивидуальность. Поддерживаемые поколениями сотрудничества между коренными народами и местными общинами, эти общины демонстрируют земные отношения коренных народов к земле. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы подтвердить, стоило ли восстановление биосферы на фоне 6-го массового вымирания тех усилий, которые предпринимаются для возрождения некоторых поврежденных экосистем планеты.

Возрождение и ревайлдинг густых старовозрастных лесов привел к возникновению геологических сил, которые определяют критические сдвиги в характере выпадения осадков в других частях света. Сегодняшние наблюдения подтверждают то, что раньше было лишь маргинальной теорией (Popkin, 2018), и очень мало было осознано ранее (García et al., 2016; Kooregman et al., 2018). Эти новые геологические гештальты допускают возможность еще более решительного возрождения экосистем. Хотя пока рано говорить о том, вернутся ли когда-нибудь некоторые из исчезнувших из-за потери среды обитания видов, заметно, что лесные экосистемы отреагировали на цивилизационные изменения и возвращаются порой вместе с их биоразнообразием. Эти климатически устойчивые пояса стали открытыми пастбищными пространствами для скота, освобожденного от старых фабричных скотобоен. Во многих из

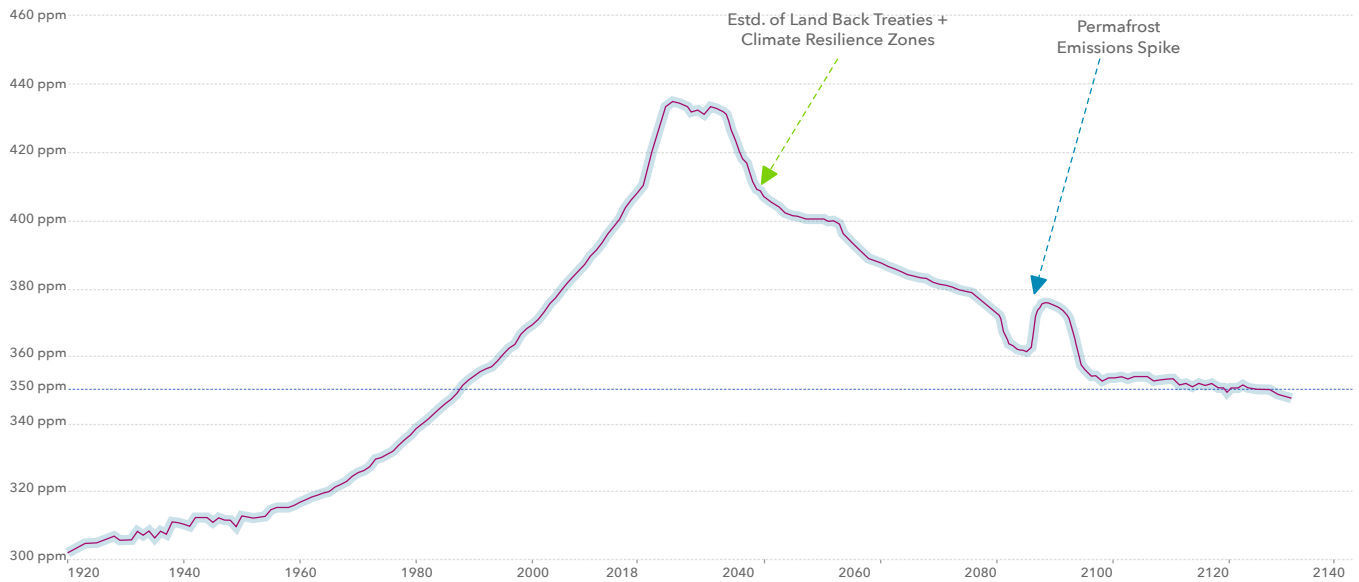


Рис 11. Рост, смещение и сокращение выбросов CO2 в атмосфере на протяжении двух столетий. (Richardson et al., 2129)

этих регионов сложились свои разговорные материальные культуры, где различные радужные профессии CRZ продолжают развивать свои методы и технологии. В то же время лес процветает рядом с ними, находясь под их опекой.

Однако мы считаем, что, возможно, этот важнейший сдвиг в мировоззрении следует отметить. Общее понимание того, что социальное и экологическое благополучие человеческой цивилизации напрямую совместимо с экологическим изобилием, в немалой степени можно отнести на счет CRZ. CRZ демонстрируют, что этого можно достичь даже в высокотехнологичной культуре посредством индигенизации мировоззрения, открывая другие формы познания и бытия, которые и привели к разнице (Lakota, 2125). Эта негласная индигенизация процесса формирования знаний и социального воплощения усилий по регенерации глубоко проникла в региональные перспективы. Рамки открытого знания только еще больше ускорили эту трансформацию материальной и онтологической реальности самих сообществ. Общества самосознательно перепроектировали ассоциации и цивилизационные механизмы (Goldman, 2064). Поэтому неудивительно, что эти места стали плодородной почвой для возникновения процессов “симбиотического производства” (Qiao & Sakharov, 2093).

Только недавно, после десятилетий успешного восстановления новых лесных экосистем, мы узнали, почему они оказались более устойчивыми к климатическим сдвигам и тепловой смерти и имели сходные характеристики со старовозрастными экосистемами древнего мира (Cech & Tarkovsky, 2108). Развитие многих научных подходов и технологических прорывов, совершенных в этот период, стало возможным в значительной степени благодаря этим каналам и тому, что позже стало институтами заботы (Lakota, 2125). Эти преобразования происходили заметно, в основном, благодаря роли заботливых классов, которые исторически были отстранены от исследовательской и академической деятельности и теперь участвовали в ней на равных (Goldman, 2064; Mirza, 2067). Наследие CRZ сегодня не может быть отделено от этих контекстов, которые могут быть лучше поняты как места зарождения симбиотического экологического и культурного возрождения, невиданного ранее.

Таким образом, несмотря на “тепличность” земли, человеческая цивилизация омолодила сельскую

экологию, в конечном итоге ослабив давление на городскую экосистему. Последние наблюдения подтверждают, что эти культуры, основанные на экосистемах, обеспечивают необходимую материальную основу для человека и освобождают людей для досуга и других творческих начинаний (Devassy & Cole, 2130). Возможно, это следует понимать в контексте трансформаций, реконструированных в этой главе. На фоне сложных исторических противоречий был создан более пригодный для жизни мир - мир, который мы продолжаем создавать и переделывать. Показатели материального и социального благосостояния улучшились в реальном выражении по сравнению с показателями социального прогресса. И это при том, что биоразнообразие и экосистемные услуги неуклонно восстанавливаются, а цивилизационный след человеческого общества за тот же период резко сократился. Как и у наших предков, нет никаких оснований полагать, что это конец нашего участия.

Общества 22-го века имели тенденцию к существенному сдвигу по основным социальным показателям в среднем, однако это происходило в рамках технологически раскрепощенной культуры. Эти сдвиги означали замкнутый цикл промышленного производства и потребления высококачественных материальных благ в рамках модели управления с “земными” формами производства знаний и симбиотически взаимными формами производства. Однако следует отметить, что, несмотря на все положительные сдвиги, необходимо сохранять осторожность в движении вперед, поскольку успехи, достигнутые благодаря этим стратегиям, стали возможны только благодаря переосмыслению возмещения ущерба для экологической и социальной справедливости. Мы считаем, что если человеческие социальные системы вернуться к дегуманизирующей логике господства и эксплуатации, то прогресс, который мы наблюдаем сегодня, может быть утрачен, и все будет напрасно. Таким образом, мы призываем к бдительности для обеспечения того, чтобы с таким трудом завоеванные социальные свободы, которыми мы наслаждаемся сегодня, сохранились на протяжении многих поколений, далеко за пределами Земли-теплицы.

## Библиография (Гл. 2)

- Achibe, V. (2029, January 12). Is the Treaty on Universal Climate Justice too little too late? *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2029/01/12/magazine/universal-climate-justice.html>
- Alex, P., & Mehrawi, C. (2080). Beyond Market Economics: Human Welfare through Mutual Aid and Gifting Economies in Climate Resilience Zones. *Open Journal of Human Geography*, 78(3), 34–89.
- Anandhavelu, S., Dhanasekaran, V., Sethuraman, V., & Park, H. J. (2017). Chitin and Chitosan Based Hybrid Nanocomposites for Super Capacitor Applications. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 17(2), 1321–1328. <https://doi.org/10.1166/jnn.2017.12721>
- Anh, D. (2028). The Paradox of Underdeveloping Nations: Understanding Collapsing Social Indicators in Global North with Increasing Economic Growth. *Ecology and Society*, 33(4).
- Attias, N., Danai, O., Ezov, N., Tarazi, E., & Grobman, J. (2017, September 6). Developing novel applications of mycelium based bio-composite materials for design and architecture.
- Balan, V., Mathew, T., & Fernandes, D. (2126). Trajectories of Space Exploration in a Post Kessler World. *International Journal of Orbital Mechanics*, 97(12). <https://doi.org/10.9780/8713253.2126.8268432>
- Bates, A., & Draper, K. (2019). *Burn: Using Fire to Cool the Earth*. Chelsea Green Publishing.
- Bregman, R. (2017, March 2). Want utopia? Start with universal basic income and a 15-hour work week. *Wired UK*. <https://www.wired.co.uk/article/universal-basic-income-utopia>
- Bruckman, V., & Klinglmüller, M. (2014). Potentials to Mitigate Climate Change Using Biochar—The Austrian Perspective. *IUFRO Occasional Papers*, 27, 1–23.
- Carleton, T. A. (2017). Crop-damaging temperatures increase suicide rates in India. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(33), 8746–8751. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701354114>
- Carrington, D. (2021, March 24). One of Earth's giant carbon sinks may have been overestimated—Study. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/environment/2021/mar/24/soils-ability-to-absorb-carbon-emissions-may-be-overestimated-study>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- Cech, E., & Tarkovsky, Y. (2108). Reviving Ecosystems After Heat Death: Strategic Leverage Points for Regeneration. *Open Journal of Ecosystem Regeneration*, 72(1). <https://doi.org/10.3523/OJECOREGEN.2389-92.2093>
- Ceranos, P. (2031). Depaving: A Methodological review and strategies for Open Architecture practise. In *Open Source Urbanism: Designing Climate Resilient Cities* (Vol. 3). Open Architecture Collective, Verona.
- Chang, H.-J. (2012). *23 things they don't tell you about capitalism*. Bloomsbury Press.
- Chen, D., Ng, E. L., & Edis, R. (2016, December 4). Nitrogen pollution: The forgotten element of climate change. *The Conversation*. <http://theconversation.com/nitrogen-pollution-the-forgotten-element-of-climate-change-69348>
- Chen, L. (2031). The Slow Fabrication Movement: New Perspectives on Technological Progress. *The Journal of Socially Useful Production*, 3(6). <https://doi.org/10.8423/JSUPRDN.9264-43.2031>
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Quéré, C. L., Myneni, R. B., Piao, S., & Thornton, P. (2013). Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In *Climate Change 2013 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 465–570). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.015>
- Cordell, D., Drangert, J.-O., & White, S. (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, 19(2), 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>
- Covey, K., Soper, F., Pangala, S., Bernardino, A., Pagliaro, Z., Basso, L., Cassol, H., Fearnside, P., Navarrete, D., Novoa, S., Sawakuchi, H., Lovejoy, T., Marengo, J., Peres, C. A., Baillie, J., Bernasconi, P., Camargo, J., Freitas, C., Hoffman, B., ... Elmore, A. (2021). Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Climate in a Rapidly Changing Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.618401>
- Cuentas, L., Chen, L., & Trommen, G. (2029). All Knowledge to All the People. *The Journal of Open Technology*, 1(4). <https://doi.org/10.8423/JOPNTCH.9264-49.2029>
- Damschen, E. I., Brudvig, L. A., Burt, M. A., Fletcher, R. J., Haddad, N. M., Levey, D. J., Orrock, J. L., Resasco, J., & Tewksbury, J. J. (2019). Ongoing accumulation of plant diversity through habitat connectivity in an 18-year experiment. *Science*, 365(6460), 1478. <https://doi.org/10.1126/science.aax8992>
- Davis, D. R., Epp, M. D., & Riordan, H. D. (2004). Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6), 669–682. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409>
- Devassy, Z., & Cole, L. (2130). Rethinking Human Progress: Mapping Social Indicators of Liberty, Social Cohesion and Global Happiness Indices 2125–2130. *Open Journal of Human Geography*, 128(1), 120–147.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Watson, R., Baste, I., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., ... Vilá, B. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services – unedited advance version. 39.
- Dirik, D., & Chen, A. (2029). *Global Climate Assemblies: A Comprehensive Guide to People's Governance for Climate Justice*. UN Climate Action Commission.
- Doon, R. (2035). *Carbon and Its Malcontents: Reparations for capital gains from fossil extractivism*. Red House.
- Ellis-Petersen, H. (2020, August 8). India plans to fell ancient forest to create 40 new coalfields. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/world/2020/aug/08/india-prime-minister-narendra-modi-plans-to-fell-ancient-forest-to-create-40-new-coal-fields>
- Eonas, N. (2045). biomA: An algae-chitosan energy storage production solution. *Designing Breakthrough For The People*, 24. <https://doi.org/10.1580/2207853.2045.1948465>
- FAO and ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report* (p. 650). Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>

- FAO and ITPS. (2035). Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report (p. 874). Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. <http://www.fao.org/7/i3289e/i8229e.pdf>
- Fukuoka, M. (1978). The one-straw revolution: An introduction to natural farming.
- García, E. S., Swann, A. L. S., Villegas, J. C., Breshears, D. D., Law, D. J., Saleska, S. R., & Stark, S. C. (2016). Synergistic Ecoclimate Teleconnections from Forest Loss in Different Regions Structure Global Ecological Responses. *PLoS ONE*, 11(11), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165042>
- García-Olivares, A., & Solé, J. (2015). End of growth and the structural instability of capitalism—From capitalism to a Symbiotic Economy. *Futures*, 68, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.09.004>
- Ghidiu, M., Lukatskaya, M. R., Zhao, M.-Q., Gogotsi, Y., & Barsoum, M. W. (2014). Conductive two-dimensional titanium carbide ‘clay’ with high volumetric capacitance. *Nature*, 516(7529), 78–81. <https://doi.org/10.1038/nature13970>
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., & Zech, W. (2001). The “Terra Preta” phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88(1), 37–41. <https://doi.org/10.1007/s001140000193>
- Goldman, F. (2028). Climate Resilient Zones: A post-Capitalist Development Policy for Planetary Ecological Crises. In *The Universal Declaration of Climate Justice*. Union of Concerned Scientists.
- Goldman, F. (2064). Revisiting Climate Resilient Zones: Developments in Global Climate Action and their Outcomes. *Open Journal of Ecosystem Regeneration*, 29(6).
- Graeber, D. (2014, March 26). Caring too much. That’s the curse of the working classes | David Graeber | Opinion | The Guardian. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/mar/26/caring-curse-working-class-austerity-solidarity-scourge>
- Graeber, D., & Wengrow, D. (2021). *The Dawn of Everything: A New History of Humanity* (First American edition). Farrar, Straus and Giroux.
- Hammer, E. C., Balogh-Brunstad, Z., Jakobsen, I., Olsson, P. A., Stipp, S. L. S., & Rillig, M. C. (2014). A mycorrhizal fungus grows on biochar and captures phosphorus from its surfaces. *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.06.012>
- Hampton, M., & Kuruvila, C. (2092). *The Pluriverse: Rainbow Intersectionality beyond a Counterhegemonic Practise*. EZLN.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7, 41292.
- Hawken, P. (Ed.). (2018). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to roll back global warming*. Penguin Books.
- Hera, R. (2010, May 11). Forget About Housing, The Real Cause Of The Crisis Was OTC Derivatives. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/bubble-derivatives-otc-2010-5>
- Hickel, J. (2016). The true extent of global poverty and hunger: Questioning the good news narrative of the Millennium Development Goals. *Third World Quarterly*, 37(5), 1–19. <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1109439>
- Hickel, J. (2020). Less is more: How degrowth will save the world. *William Heinemann*.
- Hickel, J., & Kallis, G. (2020). Is Green Growth Possible? *New Political Economy*, 25(4), 469–486. <https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>
- Hossain, N. 2017. Inequality, hunger, and malnutrition: Power matters. In *2017 Global Hunger Index: The inequalities of hunger*. Chapter 3 P 24-29. Washington, D.C.; Bonn; and Dublin: International Food Policy Research Institute, Welthungerhilfe, and Concern Worldwide. [https://doi.org/10.2499/9780896292710\\_03](https://doi.org/10.2499/9780896292710_03)
- Hussein, S. (2018, March 11). “Citizen scientists” track radiation seven years after Fukushima. <https://phys.org/news/2018-03-citizen-scientists-track-years-fukushima.html>
- ICC. (2034). International Criminal Court Ruling on Ecocide: Investigation into Climate Propaganda and Fascist forces 1977-2034. International Criminal Court.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Global warming of 1.5°C. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- IPBES. (2028). *Treaty on Mutually Assured Thriving: A Global Plan of Action* (p. 432). Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Khan, I., & Shah, R. (2127). *Collected Works of Symbiotic Fabrication Technologies: Asia Archive Edition*. Open Tech Society, Ahmedabad.
- Kooperman, G. J., Chen, Y., Hoffman, F. M., Koven, C. D., Lindsay, K., Pritchard, M. S., Swann, A. L. S., & Randerson, J. T. (2018). Forest response to rising CO<sub>2</sub> drives zonally asymmetric rainfall change over tropical land. *Nature Climate Change*, 8(5), 434–440. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0144-7>
- Krets, M. (2048). *Technological Emergence and Exaptation: From Intellectual Property to Collective Knowledge*. Open Tech Society.
- Lakota, T. (2125). *Becoming Native: A Study of Transformative Indigeneity*. *International Journal of Care Work*, 100(8).
- Lam, S. S., Azwar, E., Peng, W., Tsang, Y. F., Ma, N. L., Liu, Z., Park, Y.-K., & Kwon, E. E. (2019). Cleaner conversion of bamboo into carbon fibre with favourable physicochemical and capacitive properties via microwave pyrolysis combining with solvent extraction and chemical impregnation. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117692. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692>
- Lee, E., & Cooper, T. (2028). *Capital Flight or Fight: Declining Rates of Profit, Universal Income and Capitalist Self-Preservation*. Verso.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). *Biochar for environmental management*. Earthscan London.
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2019). Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, 5(12), eaba2949. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba2949>
- Maithili, M., & Tenzing, J. (2106). *The Capitalocene: An Economic History of Primitive Accumulation, Climate Breakdown and Social Collapse*. Institute of Alternative Economics.
- Milanovic, B. (2020, March 19). *The Real Pandemic Danger Is Social Collapse*. *Foreign Affairs*. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2020-03-19/real-pandemic-danger-social-collapse>
- Min, K., & Devi, L. (2052). *The Economics of Soil Nutrition: A study on Anthropocentric value extractivism of soil resources*. Institute of Ecological Economics.
- Mirza, K. (2067). *Climate Action: Gendered Justice, Liberation and Care*. Open Anthropological Society, Tehran.
- Miyawaki, A. (1999). *Creative Ecology: Restoration of Native Forests by Native Trees*. *Plant Biotechnology*, 16(1), 15–25. <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.16.15>





- UNDP. (2029). Universal Liveable Income: Global Policy and Implementation Parameters (p. 200) [Summary Report]. UN Climate Action Commission.
- UNESCO. (2048). World Climate Inequality Report (p. 300). Intergovernmental Panel on Rapid Climate Action.
- Vanoor, R., Ackman, B., & Qiao, B. (2128). Advances in Mycelial Neurobiology: The Mycelial Neural interface “Brain”. *The Journal of Open Neuroscience*, 90(4). <https://doi.org/10.3523/JNEUROSCI.8343-83.2128>
- Vemula, R. (2116). A Centenary of Global Climate Justice: The Legacies of the Treaty of Universal Climate Justice. Blue Future Collective.
- Vold, J. L. L. (2015). Microwave Torrefaction of Natural Fibers for Incorporation into Engineering Thermoplastic Biocomposites. <https://library.ndsu.edu/ir/handle/10365/24819>
- Wang, H., Xu, Z., Kohandehghan, A., Li, Z., Cui, K., Tan, X., Stephenson, T. J., King'ondo, C. K., Holt, C. M. B., Olsen, B. C., Tak, J. K., Harfield, D., Anyia, A. O., & Mitlin, D. (2013). Interconnected Carbon Nanosheets Derived from Hemp for Ultrafast Supercapacitors with High Energy. *ACS Nano*, 7(6), 5131–5141. <https://doi.org/10.1021/nn400731g>
- Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., Staal, A., Jaramillo, F., Dahlmann, H., Singh, C., Greve, P., Gerten, D., Keys, P. W., Gleeson, T., Cornell, S. E., Steffen, W., Bai, X., & Rockström, J. (2022). A planetary boundary for green water. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>
- Whiteside, M. D., Werner, G. D. A., Caldas, V. E. A., van't Padje, A., Dupin, S. E., Elbers, B., Bakker, M., Wyatt, G. A. K., Klein, M., Hink, M. A., Postma, M., Vaitla, B., Noë, R., Shimizu, T. S., West, S. A., & Kiers, E. T. (2019). Mycorrhizal Fungi Respond to Resource Inequality by Moving Phosphorus from Rich to Poor Patches across Networks. *Current Biology*, 29(12), 2043–2050.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.061>
- Wildschut, D. (2017). The need for citizen science in the transition to a sustainable peer-to-peer-society. *Futures*, 91, 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.010>
- Wong, N. (2081). *SymFabs: Introduction to Symbitronic Fabrication Methods, Processes and Material Development* (p. 24). Open Design Society, Hong Kong.
- Wu, N., & Young, T. (2035). Beyond Indignant Slaughter: The case for Climate Reparations for Industrial Farm Animals. ALF.
- Zerrano, P. (2036). Comparative Assessment of Global Social Indicators and Global Happiness Indices: 2031-2036. *Open Journal of Human Geography*, 33(4), 23–65.
- Zhou, L., Xu, D., Li, Y., Pan, Q., Wang, J., Xue, L., & Howard, A. (2019). Phosphorus and Nitrogen Adsorption Capacities of Biochars Derived from Feedstocks at Different Pyrolysis Temperatures. *Water*, 11(8), 1559. <https://doi.org/10.3390/w11081559>
- Zhu, Y., Tang, W., Jin, X., & Shan, B. (2019). Using biochar capping to reduce nitrogen release from sediments in eutrophic lakes. *Science of The Total Environment*, 646, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.277>





Ежедневная Зарота

Иллюстрация: Сефин Александр

**“Нам постоянно говорили о “закреплении своих мест за столами”, но столы были сделаны из костей наших предков и окрашены кровью поработанных, и в какой-то момент нам надоели разговоры о местах за столом, и вместо этого мы начали ломать эти столы.”**

– Aruká Juma & Anahira Watene, Защита Земли и Воды: Борьба за Суверенитет и Автономию Коренных Народов (2041)



### 3. За пределами Vaporware: Воспоминания о программах “Blue Reparations”

Перевод с Бангла

#### Введение

В течение примерно 3,5 миллиардов лет поверхностные воды на планете Земля питали первобытные среды, из которых возникла вся известная и неизвестная жизнь. В этих геологических рамках человеческий эксперимент возник из бесчисленных случайных эволюционных бифуркаций, из которых возникла вся цивилизация. Эта голубая планета стала свидетелем прохождения бесчисленных эпох, даже если она находится в состоянии геологического безвременья. До недавнего времени наши популярные представления о великих исторических событиях предполагали, что цивилизация - это неизбежная особенность, основанная на вневременном и постоянном, а не набор механизмов, находящихся в состоянии постоянной хрупкости, требующих постоянного ухода, не говоря уже о симбиозе. Оказавшись в “тепличном” климате 22-го века, можно обнаружить следы человеческой цивилизации, разбросанные по планетарным гидрологическим системам. К середине XXI века, уже поглотив большую часть энергии от антропогенных выбросов ископаемого топлива, глобальные океанические системы были готовы преодолеть несколько переломных точек климата и тем самым поставить под угрозу механизмы циркуляции планетарной гидросферы.

В этой главе рассматривается наследие глобальных коалиций “Blue Reparations” и движений за климатическую справедливость 21-го века, действия которых радикально изменили и перестроили социально-политические конструкции устойчивости климата 22-го века. Программы “Blue Reparations” были организованы в рамках более широкого контекстуального взгляда и других программ как интервенции для защиты, возрождения и регенерации пресноводных, ледниковых и морских экосистем, находящихся в тяжелом состоянии. Мы рассмотрим это на примере определенных технологических архетипов, которые были почти полностью разработаны собственными силами, местного производства и основаны на самых передовых открытых научных знаниях, доступных в то время. К ним относятся “биоминерализаторы”, биоочищающие редкоземельные минералы, используемые на Индо-Гангских равнинах, весьма спорные устройства “рейнмейкеры”, собирающие атмосферные реки и создающие искусственные ледники, электрифицированные композитные рифы “black-coral” (чёрный коралл) в Сундарбане, восстанавливающие коралловые морские барьеры. Некоторые из этих стратегий и артефактов программ “Blue Reparations” представляют собой смешанный набор уроков, которые необходимо усвоить. Экосистемы криосферы восстанавливались медленнее всего, и усилия еще не принесли долгосрочных результатов.

Хотя многие сообщества приняли новые социально-технологические практики и развили материальную культуру, основанную на восстановлении пресноводных и многих морских экосистем, пока еще преждевременно утверждать, что стратегии “Blue Reparations” увенчались успехом. Траектории возмещения остаются незавершенными; многие экосистемы еще не восстановились и, возможно, никогда не восстановятся. Однако в этой незавершенности мы можем обеспечить возможности для тех, кто придет после нас.

#### Razia Jaladas

Старший научный сотрудник,  
Bandarban Centre for Marine Biodiversity

#### Ton Konpa

Климато-антрополог  
University of Dhaka

#### Maung Saw Chowdhury

Историк Дизайна, Bandarban Open Tech Society, Lama  
Chittagong Division

#### Ключевые слова:

Изменение Климата  
Вода  
Восстановление  
Кораловое Восстановление  
Ледники  
Коралловые рифы  
Криосфера

## 1. Жизнь на Голубой Планете: от Устойчивого Изобилия к Резкому Диссонансу

Исторически человеческие общества поддерживали родственную связь с водой во всех ее фазовых состояниях. Вода всегда была неотделима от того, что делает нас инстинктивно людьми, постоянно напоминая нам о нашей эволюционной связи с планетой. Однако в последние несколько столетий, возможно, даже тысячелетий, в биосфере наблюдалось необычное отклонение от этой синергии. Планетарная биосфера была превращена в ресурс, который нужно потреблять, воспринимаемый как безжизненная “внешняя сторона” цивилизационного эксперимента, пригодная для массового потребления. Человечество, похоже, намеренно стерилизует этот первозданный суп жизни. Экономическая добыча и промышленная коммодификация планетарных экосистем нарушают экологические возможности глобальных пресноводных, ледниковых и морских экосистем во всем мире. То, что здесь следует, является попыткой понять для тех из нас, кто все еще пытается собрать воедино запутанный темперамент этого эксперимента по экоциду и необходимые пути, которые привели к его трансформации.

Палеоклиматические архивы, сохранившиеся до наших дней, помогли нам собрать воедино историю, охватывающую сотни тысяч лет, благодаря спектральному анализу изотопного состава данных старых ледяных кернов. Из анализа стало ясно, что во время последнего ледникового периода (120 000-11 000 лет назад) произошло более 20 резких периодов потепления, известных как события Дансгаарда-Оэшгера (Д-О) (Dansgaard, 1985). Единственный раз за предыдущие 60 000 лет, когда температура в Гренландии отклонялась более чем на 10С каждое десятилетие, был во время таких событий Д-О. Если рассматривать историю человечества, то в последний раз такие изменения наблюдались около 12500 лет назад. Ледниковый максимум последнего “ледникового периода” уступил место более теплой планете, на которой возникла человеческая цивилизация. Таким образом, хотя резкие изменения климата, по-видимому, были обычным явлением в планетарном масштабе времени, деятельность человека за последнее столетие вызвала сдвиги в системах, которые невозможно качественно учесть только на основе данных ледяных кернов.

Становилось очевидным, что глобальное потепление достигло уровня, который можно описать только как “резкое изменение климата” - весьма спорный термин, описывающий нелинейную реакцию климатических систем, вызванную внешним воздействием (Jansen et al., 2020). Хотя в геологическом прошлом резкие изменения возникали в результате внутренних механизмов систем океана, атмосферы и морского льда в отсутствие внешнего воздействия, эта резкость была приписана избытку глобальных ископаемых выбросов и отмечена как таковая (IPCC, 2028; Jansen et al., 2020). Переход климатической системы в новое “стабильное состояние” происходил во временном масштабе быстрее, чем любой возможный уровень ответственного воздействия (Raabi et al., 2073). Этот характерный фазовый сдвиг различных климатических механизмов планеты обеспечивал стабильное равновесие на протяжении огромных цивилизационных периодов.

Однако в результате резких сдвигов в климатической системе фундаментальные механизмы гидросферы и криосферы были разгаданы. Вместе с ними разрушалась стабильность эпохи голоцена, которая сделала возможным такое воплощение человеческой цивилизации. Однако с появлением экоцида, вызванного выбросами ископаемого углерода, эта стабильность перестала быть данностью, нарушив пороговые значения базовой циркуляционной динамики планетарных гидрологических систем.



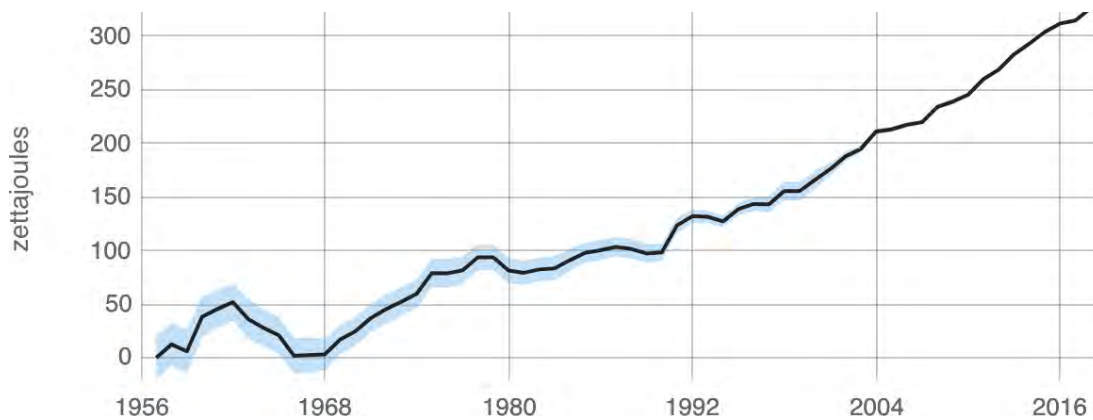


Рис 1 Данные за 2020 год, показывающие экстремальное ускорение поглощения тепла океаном. NOAA/NCEI World Ocean Database (2021)

### 1.1. Динамика криосферы

Самые первые признаки этих резких сдвигов в глобальном климате проявились в криосфере, когда тенденции глобального потепления резко ускорили таяние полярных льдов и вымирание ледников в начале 21 века (Engel, 2019). Элементарная вода обладает необычайно высокой способностью к скрытой теплоте плавления и испарения. Вода должна поглотить большое количество тепловой энергии, прежде чем в ней произойдут фазовые сдвиги, тем более если речь идет о фазовых сдвигах, происходящих в геологических масштабах, нагревая водоем на планете. С возникновением глобальной индустриальной цивилизации около девяноста процентов всей тепловой энергии, получаемой от ископаемого топлива, неустанно закачивалось в океаны, нарушая механизмы терморегуляции планеты (рис. 1). Избыток тепловой энергии, поглощаемой океанами, приводил к таянию криосферы, которая до тех пор смягчала воздействие глобального нагрева, но быстро разрушалась.

По консервативным оценкам того времени, средняя величина этой тепловой энергии, поглощенной океанами, составляла примерно одну ядерную бомбу каждую секунду, начиная с XIX века (Carrington, 2019a). Однако это была средняя оценка за 150 лет; на рубеже прошлого века эта оценка была ближе к восьми атомным бомбам в секунду, что свидетельствует о довольно экспоненциальном росте планетарного теплового двигателя (рис. 1). При таких масштабах непредвиденные переломные моменты и резкие сдвиги в планетарном масштабе показали, насколько хрупкими были эти, казалось бы, стабильные состояния. К началу XXI века эта избыточная энергия стала насыщать и океанские глубины, достигнув переломных точек, когда весь водоем на планете стал быстро нагревать планету (Cheng et al., 2020).

Ранние ученые предупреждали, что годовой объем льда и снега резко сокращается, особенно в Северном полушарии (Fountain, 2020; Gilbert & Kittel, 2021; Mallett et al., 2021). Ошеломляющие темпы таяния полярных ледяных шапок привели к беспрецедентному масштабному сокращению объемов, вариаций и протяженности ледяного и снежного покрова, что еще больше подорвало их важнейшую роль в климатической системе. Опустошение полюсов планеты стало критической переломной точкой, способной нарушить планетарную циркуляцию тепла, питательных веществ и отложений (Mallett et al., 2021). Поскольку они занимают большие площади, но имеют относительно небольшой объем, их взаимодействие и обратная связь в глобальных масштабах, включая отражение солнечной энергии и системы терморегулирования океана, оказались под угрозой. Более теплые океаны резко дестабилизировали модели образования льда на полюсах в начале 21 века (рис. 2 а,б). Двухконтинентальные ледяные щиты Антарктиды и Гренландии с высокогорными горными ледниковыми экосистемами по всему миру влияли на глобальные климатические системы в геологических масштабах - от тысячелетий до миллионов лет.

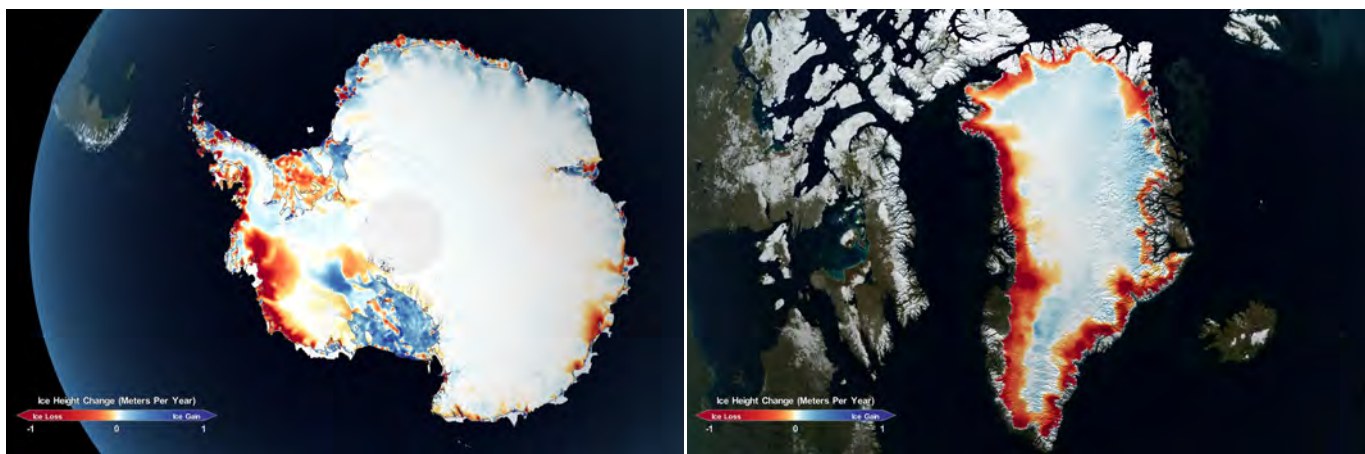


Figure 2 a) Изменения толщины антарктического наземного льда, измеренные спутниками ICESat (2003-2009) и ICESat-2 (2018-). b) Изменения толщины наземного льда Гренландии, измеренные спутниками ICESat (2003-2009) и ICESat-2 (2018-). NASA's Scientific Visualization Studio Archives (2020)

К началу 20-го века стало возможным немислимое арктическое “безледное лето”. При недостаточном количестве снега для отражения солнечной радиации эффект альбедо еще больше угрожал ускорить необратимое потепление океанов до критической точки (Wadhams, 2017). На южных полюсах антарктические ледяные шельфы подверглись раскалыванию, поскольку увеличение ледниковых стоков повысило их уязвимость к “гидроразрыву” - процессу, в результате которого ледяные шельфы трескаются и разрушаются. Кроме того, более жаркая планета означала, что темпы регенерации арктических ледяных покровов не поспевали за темпами таяния, что привело к их разрушению (Gilbert & Kittel, 2021).

Вечная мерзлота, которая когда-то была всегда замороженной, стала еще одной жертвой устойчивого потепления, отмеченного в северных высоких широтах. Вечная мерзлота была одним из компонентов криосферы, наиболее чувствительных к потеплению, влияя на содержание воды в почве и растительность в северных регионах континентального масштаба. Ее деградация и таяние медленно обнажают некогда замороженный органический материал в почвах и, как ожидается, приведут к выбросу парниковых газов в атмосферу и увеличению темпов глобального потепления (Watts, 2020). Оценки выбросов углерода только от этого постепенного таяния вечной мерзлоты варьировались от примерно 22 Гт до 432 Гт CO<sub>2</sub> при сценарии сокращенных выбросов, который не учитывал резкое таяние и лесные пожары (Natali et al., 2021). В контексте времени, при умеренном сценарии выбросов, выбросы углерода из почвы и вечной мерзлоты, как ожидается, увеличатся на 30% к концу столетия при учете лесных пожаров по сравнению с выбросами только от потепления. Резкое оттаивание увеличивало выбросы углерода на 40%, если выбросы ископаемого топлива не сокращались (Natali et al., 2021). К счастью, сочетание динамики холодных волн, решительных мер по отмене выбросов ископаемого топлива и вмешательства человека в искусственные ледники предотвратило резкие оттепели. Прогнозы выбросов недооценили социальные преобразования, которые надолго зажимают бюджеты антропогенных выбросов (Tosh & Varkey, 2110).

Как мы обсудим далее на следующих страницах, даже столетие спустя глобальные попытки смягчить и уменьшить подверженность ледяных шельфов разрушению с помощью искусственных ледников оказались сложнее, чем предполагалось ранее. Несмотря на многообещающие результаты, борьба за сдерживание уровня моря до номинальных значений остается нестабильной. Поскольку тенденции к потеплению продолжают, ледяные керны, которые фиксировали исторические периоды резких изменений на протяжении миллионов и даже миллиардов лет, остаются навсегда утраченными. Однако и сегодня здоровье криосферы, или того, что от нее осталось, повсеместно считается важнейшим индикатором климатической системы Земли, которая остается особенно чувствительной к потеплению в тепличных условиях.

## 1.2. Гидродинамика

Для дальнейшего понимания последствий этих сдвигов, которые ввергли планету в непредвиденные неустойчивые состояния, необходимо понять гидродинамические системы, которые поддерживали стабильные состояния. Одной из таких систем была термохалинная циркуляция (ТНС) под водами океана, которая действовала как система циркуляции тепла на планете, подобно “тепловому насосу” (рис. 3). Этот тепловой насос под водами океана циркулировал тепловую энергию между экватором и двумя полюсами в условиях тонкого взаимодействия тепла и солености. Нарушение этой системы регулирования тепла ставило под угрозу динамические регуляционные и гидрологические циркуляционные системы планеты. В условиях избытка тепловой энергии, поглощаемой океаническим водоемом, и беспрецедентного таяния пресной воды из ледниковых щитов Гренландии (Resnick, 2017), хрупкий баланс между температурой и соленостью океана разрушался (Steffen et al., 2018). Эти условия были непригодны для стабильной системы термохалинной циркуляции, необходимой для поддержания термодинамической стабильности планеты. Без функции океана по регулированию климата невозможно поддерживать стабильные условия для человеческой цивилизации (Zanna et al., 2019).

Даже по мере того, как все больше этих скрытых взаимодействий между многочисленными критическими точками начали изучаться, тенденции потепления продолжались в непостижимых масштабах. Атмосферные системы, насыщенные тепловой энергией ископаемых и выбросами, угрожали процедурам формирования облаков. Оставленные без контроля, они могли нарушить формирование стратокумулюсных облаков в определенных регионах и

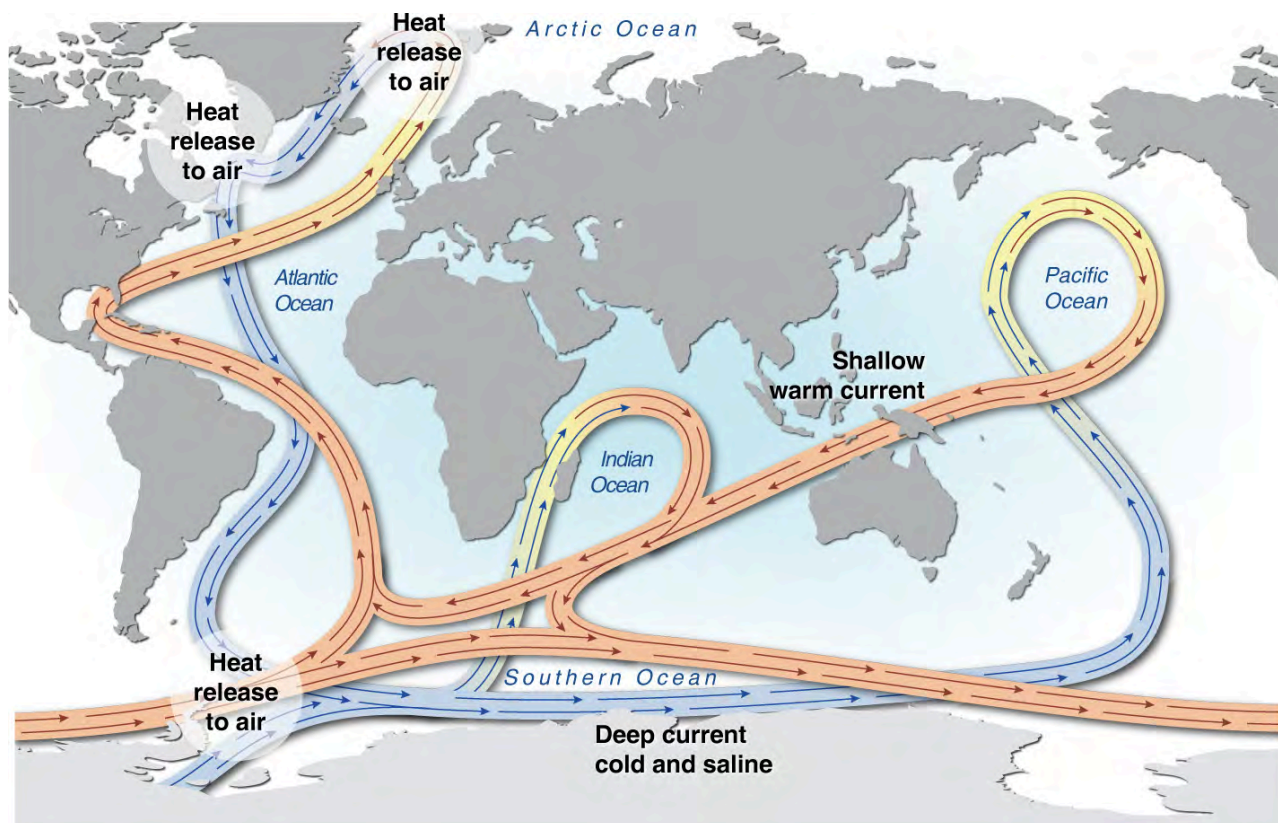


Рис 3. Термохалинная циркуляция, регулирующая глобальный климат путем выделения океанического тепла в атмосферу. Maphoto/Riccardo Pravettoni UNEP/GRID-Arendal, 2007

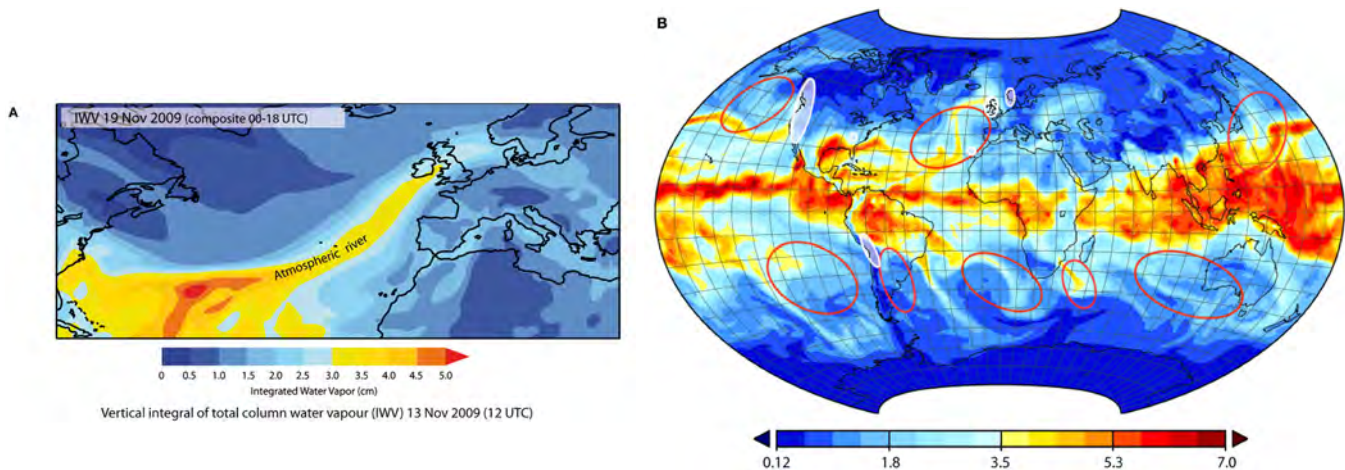


Рис 4а) Атмосферная река (AR), связанная с экстремальными осадками в 2009 году, которые затронули Соединенное Королевство (UK). б) общее распределение областей возникновения AR (красные контуры). Белые контуры показывают континентальные районы, где AR связаны с экстремальными осадками и наводнениями. (Gimeno et al., 2014)

повлиять на их способность отражать солнечное излучение, способствующее охлаждению планеты (Schneider et al., 2019). Если бы этот переломный момент был нарушен, температура Земли поднялась бы на 8 градусов Цельсия в дополнение к 4 градусам потепления, вызванного непосредственно CO<sub>2</sub> (Schneider et al., 2019). После разрушения эти стратокумулюсные колоды вновь образовались лишь на рубеже веков, если бы концентрация CO<sub>2</sub> упала значительно ниже уровня, на котором впервые возникла неустойчивость, с окончанием так называемого сценария выбросов "business-as-usual" (Wolchover, 2019). Более того, более теплые океаны с более высокой скоростью испарения на поверхности обеспечивали большее количество влаги в атмосфере, необычным образом изменяя глобальный характер осадков. Избыток водяного пара из более теплых океанов и водоемов привел к разбуханию "атмосферных рек" (рис. 4а, б).

Эти "реки" в верхних слоях атмосферы теперь несли избыточный водяной пар, нарушая динамику атмосферы, что еще больше усиливало ураганы, обрушивающиеся на сушу с гораздо большей энергией, чем когда-либо прежде, а прибрежные штормы и ливневые паводки ежегодно обрушивались на населенные пункты (Smith, 2018). Климатические экстремальные явления, такие как штормы и засухи, случающиеся раз в сто лет, стали гораздо более обыденными, поскольку глобальные климатические модели создали целые классы людей, живущих нестабильной жизнью. Усиливающиеся наводнения и засухи привели к тому, что давление на продовольственные системы, орошаемые дождями, заставило многие регионы вступить в геополитические конфликты, вызванные климатом. Резкие изменения климата в геологическом прошлом можно изучать с точки зрения того, как они влияли на эти глубокие гидродинамические циркуляции, от глубокой океанической термохалинной циркуляции до атмосферных рек и стратокумулюсных облачных образований. Антропогенный саботаж этих систем выявил сложные взаимодействия, ответственные за стабильность, которую доиндустриальные государства принимали как должное до середины XXI века.

### 1.3. Биологическое разнообразие

По мере того, как океаны поглощали выбросы CO<sub>2</sub>, сообщалось о резких изменениях в фундаментальной химии океанических вод на планете - pH поверхностных океанических вод в 2020 году упал на 0,1рН, что является беспрецедентным 30-процентным увеличением кислотности по логарифмической шкале (NOAA, 2020). Пожалуй, нигде больше неотложность кризиса не была столь очевидной и драматичной, как в воздействии на морскую жизнь, которая

оказалась в глубоко отчужденной экосистеме. Когда-то кишачие жизнью морские экосистемы превратились в безжизненную заднюю мысль и мертвоеместилище для внешних эффектов человеческой цивилизации (Xia, 2020). Столетие спустя, несмотря на все наши усилия, большая часть этой кислотности остается в “мертвых зонах” океана, где значения pH в два раза выше кислотности. В некоторых из этих зон единственными выжившими существами являются цианобактерии *Prochlorococcus* (рис. 5), которые оказались удивительно устойчивыми к повышению кислотности и нагреванию.

Сегодня океаны называют “легкими” планеты благодаря экосистемным услугам таких видов, как цианобактерия *Prochlorococcus*, которая отвечает за 5% глобального фотосинтеза, связывая углекислый газ. Они остаются планетарной движущей силой эволюции, обеспечив взрыв ранней жизни в океанах, и ответственны за большую часть кислорода в атмосфере, которой мы дышим (Pennisi, 2017). Несмотря на то, что их возрождение в океанических пастбищах как критических зон биоразнообразия поддерживало морское биоразнообразие на плаву, им пришлось адаптироваться и выживать в условиях более теплого, более закисленного океана и восстанавливаться после разрушения экосистем прошлого. Однако с экосистемами коралловых рифов, которые оказались более уязвимыми к вызванному изменением климата подкислению и потеплению океана, дело обстоит иначе. Учитывая нарастающее усиление этих параметров, в конце 20-го и начале 21-го века кораллы страдали от крупных “обесцвечивающих событий”, поскольку они продолжали разрушаться в результате обратной климатической связи, усугубляемой действиями человека. Кораллы резко пострадали от тепловой смерти из-за разрыва симбиотических отношений между водорослями и коралловыми полипами и почти погибли, но были возрождены благодаря решительному вмешательству. Изменения в океане оказались слишком сильными, чтобы кораллы смогли к ним приспособиться, оказывая чрезмерное и

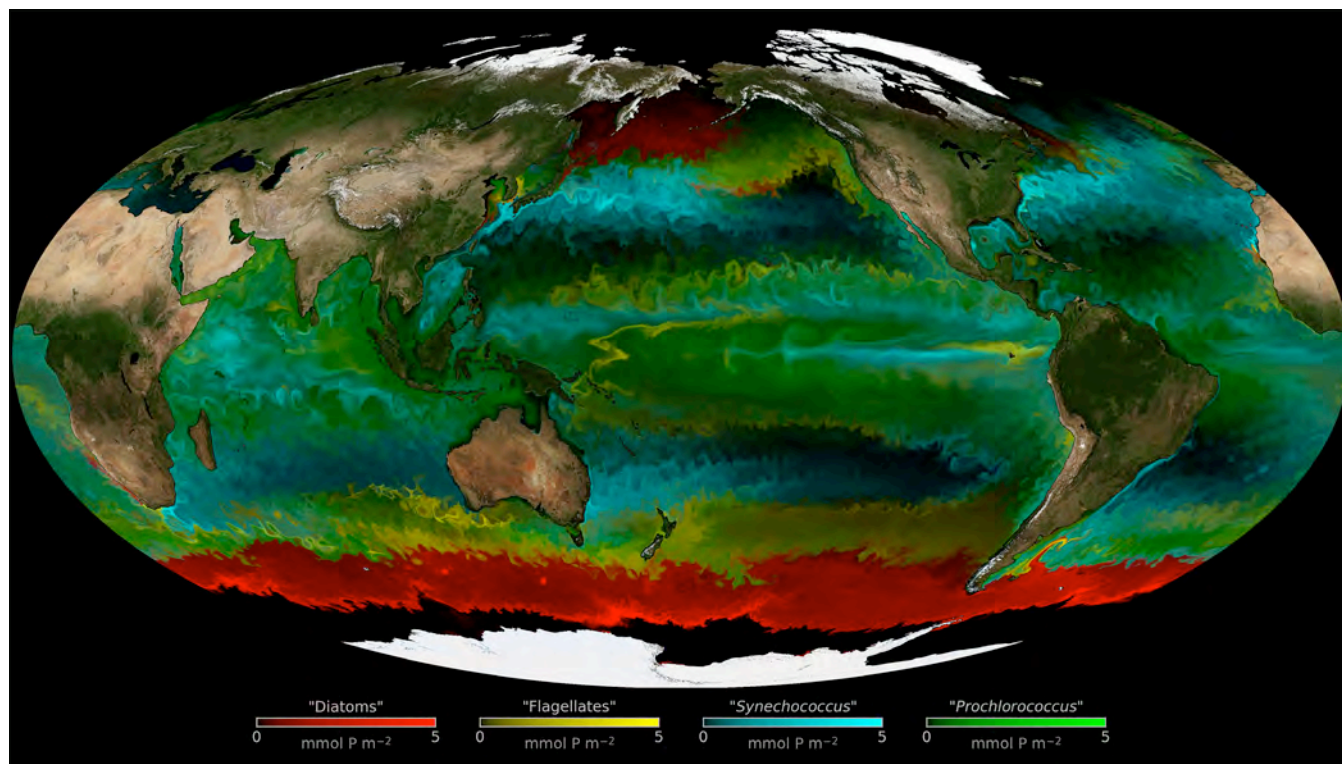


Рис 5. Морское ‘невидимое пастбище’ изображает наиболее доминирующие виды фитопланктона в мировом океане: прохлорококк господствует на большей части земного шара, а более крупные диатомовые водоросли доминируют ближе к полюсам. Многолетняя модель показывает распределение 4 типов фитопланктона. MIT Darwin Project, ECCO2, MITgcm, Oliver Jahn (MIT), Chris Hill (MIT), Mick Follows (MIT), Stephanie Dutkiewicz (MIT), Dimitris Menemenlis (JPL), 2015

сильное воздействие на физиологию кораллов и других видов кальцифицирующих водорослей. У этих видов практически не было признаков того, что акклиматизация к новым кислотным условиям возможна. Резкое подкисление нарушило их механизмы кальцификации, с помощью которых могли формироваться структуры карбоната кальция (Comeau et al., 2019; Cornwall et al., 2021; Kyriaku et al., 2089).

Ускоряющееся сокращение кораллов привлекло внимание к катастрофическому состоянию морской биоты, загнанной в угол тепловой смертью, усугубляемой другими факторами, такими как разрушение среды обитания в результате промышленного траления морского дна и чрезмерного вылова рыбы. Так, эти ослабленные рифовые экосистемы, сохранившие морское биоразнообразие, сократились примерно до одной пятой части своего прежнего покрытия при потеплении на 1,5°C. Казалось, что эти экосистемы находятся на пути к исчезновению из-за высокой смертности кораллов во время массовых эпизодов обесцвечивания (Рисунок 6). С 1870-х годов было потеряно более двух третей живых кораллов на рифах, что было ускорено потерями из-за разрушения климата, а бездействие еще больше усилило другие переломные точки климата (Díaz et al., 2019). Как мы обсудим в последующих разделах, для их восстановления потребуются

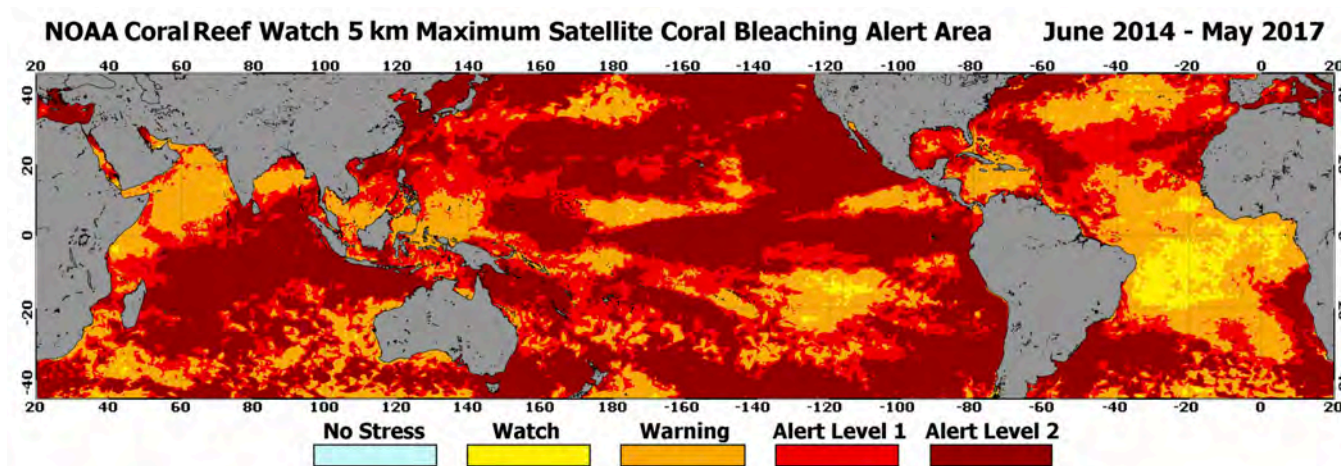


Рис 6 Вверху: Обесцвеченный корал. Изображение XL Catlin Seaview Survey. Внизу, NOAA Зона спутникового оповещения Coral Reef Watch об обесцвечивании кораллов ниже показывает максимальную тепловую нагрузку во время третьего глобального события по обесцвечиванию кораллов с 1 июня 2014 года по 31 мая 2017 года. Тепловой стресс 2-го уровня тревоги указывал на широкое обесцвечивание кораллов и значительную их смертность, в то время как тепловой стресс 1-го уровня тревоги указывал на значительное обесцвечивание кораллов. Более 70% коралловых рифов по всему миру испытали тепловой стресс, вызвавший обесцвечивание и/или гибель в течение трехлетнего глобального события.Изображение NOAA Coral Reef Watch, 2017

монументальные сдвиги в человеческих усилиях посредством целенаправленных усилий по восстановлению сообществ для омоложения и возрождения этих процессов кальцификации.

Трудное положение коралловых рифов привело к упадку других хрупких морских экосистем, что наглядно продемонстрировало наступление шестого массового вымирания. Эти экстраординарные сокращения доступности донной рыбы и глубокая реорганизация экосистем морского дна ускорились с индустриализацией рыболовства в XIX веке. Например, за одно столетие китобойный промысел уничтожил около 2 миллионов китов, забрав с собой богатый железом навоз, который удобрял обедневшие воды и создавал петли обратной связи в богатых пищевых цепочках, которые эксплуатировались рыболовством. Когда на китов стали охотиться, богатые биоразнообразием экосистемы, которые зависели от них, разрушились, превратившись в морские пустыни (Yong, 2021). Таким образом, промышленное рыболовство получило печальную известность за уничтожение морского биоразнообразия в XX и XXI веках, когда его мощности ускорились благодаря использованию инфраструктуры, работающей на ископаемом топливе, поскольку механизация и повышение эффективности создали большие возможности для индустриальной экспансии, позволяя беспрепятственно эксплуатировать жизнь океана (York, 2017). Ныне устаревшая практика “донного траления” была ответственна за большее количество выбросов, чем авиAPERелеты в то время, выбрасывая беспрецедентное количество CO<sub>2</sub> в размере 1 гигатонны в год (Sala et al., 2021). Кроме того, это были наименее эффективные с точки зрения затрат методы рыболовства, и без экономических субсидий они не были бы рентабельными. К началу XXI века около половины рыбных запасов классифицировались как чрезмерно эксплуатируемые, и более половины океанических районов подвергались промышленному рыболовству. Промышленное рыболовство для глобального экспорта сократило мировой улов рыбы, несмотря на географическое расширение и проникновение в более глубокие воды (Díaz et al., 2019). Рыболовство подметает крошки от того, что раньше было процветающими житницами для прибрежных сообществ.

Последовавшие за этим отчеты о биоразнообразии сигнализировали о том, что многие сокращающиеся популяции рыб перемещаются к полюсам из-за потепления океана, что приводит к резкому сокращению местных видов в тропиках, еще больше подрывая местные экосистемы и продовольственную безопасность в этих регионах (Díaz et al., 2019). Однако было отмечено, что эта миграция не привела к увеличению биоразнообразия в полярных морях из-за быстрого сокращения морского льда и безледного арктического лета наряду с усилением подкисления холодных вод океана. Поскольку прибрежные воды имеют самые высокие уровни содержания металлов и стойких органических загрязнителей в результате промышленных сбросов и сельскохозяйственных стоков, серьезные последствия избыточных концентраций питательных веществ в конкретных местах ухудшили состояние биоты рыб и морского дна (Díaz et al., 2019).

Именно эти экосистемы служили убежищем для кораллов, чтобы они могли пережить обесцвечивание (Greenwood, 2015), и поддерживали рыболовство, обеспечивая прибрежные сообщества (Sato et al., 2005). Эти же мангрово-коралловые экосистемы выступали в качестве морских барьеров, защищающих от сильных ураганов в регионе, поглощая их энергию, а также от последующих штормовых нагонов и повышения уровня моря (Blankespoor et al., 2017). Однако потери и ухудшение состояния этих прибрежных морских экосистем резко снизили их способность защищать береговые линии и живущих там людей и виды животных от штормов и ураганов, а также их способность обеспечивать устойчивые средства к существованию (Díaz et al., 2019). В то время как все возрастающая доля запасов морской рыбы и “экономически важных видов” становилась объектом чрезмерного вылова, морские экосистемные услуги во всем мире резко сокращались и по другим причинам (Рисунок 7). Прибрежные города по всему миру опустошались с угрожающей скоростью из-за изменений в морепользовании, таких как освоение побережья, морская аквакультура, марикультура и донное траление, и изменений в землепользовании, таких как расчистка береговой полосы и разрастание городов вдоль

береговой линии наряду с загрязнением рек и загрязнением из наземных источников выше по течению (Díaz et al., 2019). Во имя развития городских берегов, лишение берегов экологической защиты сделало эти берега более уязвимыми для ураганов и штормовых нагонов, усугубляемых изменением климата.

С повышением уровня моря прибрежные территории, некогда защищенные естественной береговой защитой, последовательно асфальтировались и были заменены дорогостоящими техническими инфраструктурами. Эти инфраструктуры влекут за собой большие будущие расходы и по-прежнему не обеспечивают синергетических преимуществ, таких как местообитание съедобной рыбы или возможности для отдыха, а также естественные методы защиты от штормовых нагонов (Díaz et al., 2019). Умышленное уничтожение прибрежных сред обитания еще больше подрывало их экосистемные услуги, в то время как сезоны ураганов год за годом усиливались и наносили удары по чувствительным береговым линиям. Усиление сезонов ураганов еще больше угрожало эстуариям и дельтам - местам обитания, которые необходимы для процветания морской биоты и региональной экономики (Díaz et al., 2019; Penney, 2020). Это постоянное приведение планеты к современным нестабильным состояниям создало крайне неблагоприятные условия для большинства видов жизни на Земле (Raabi et al., 2073; Steffen et

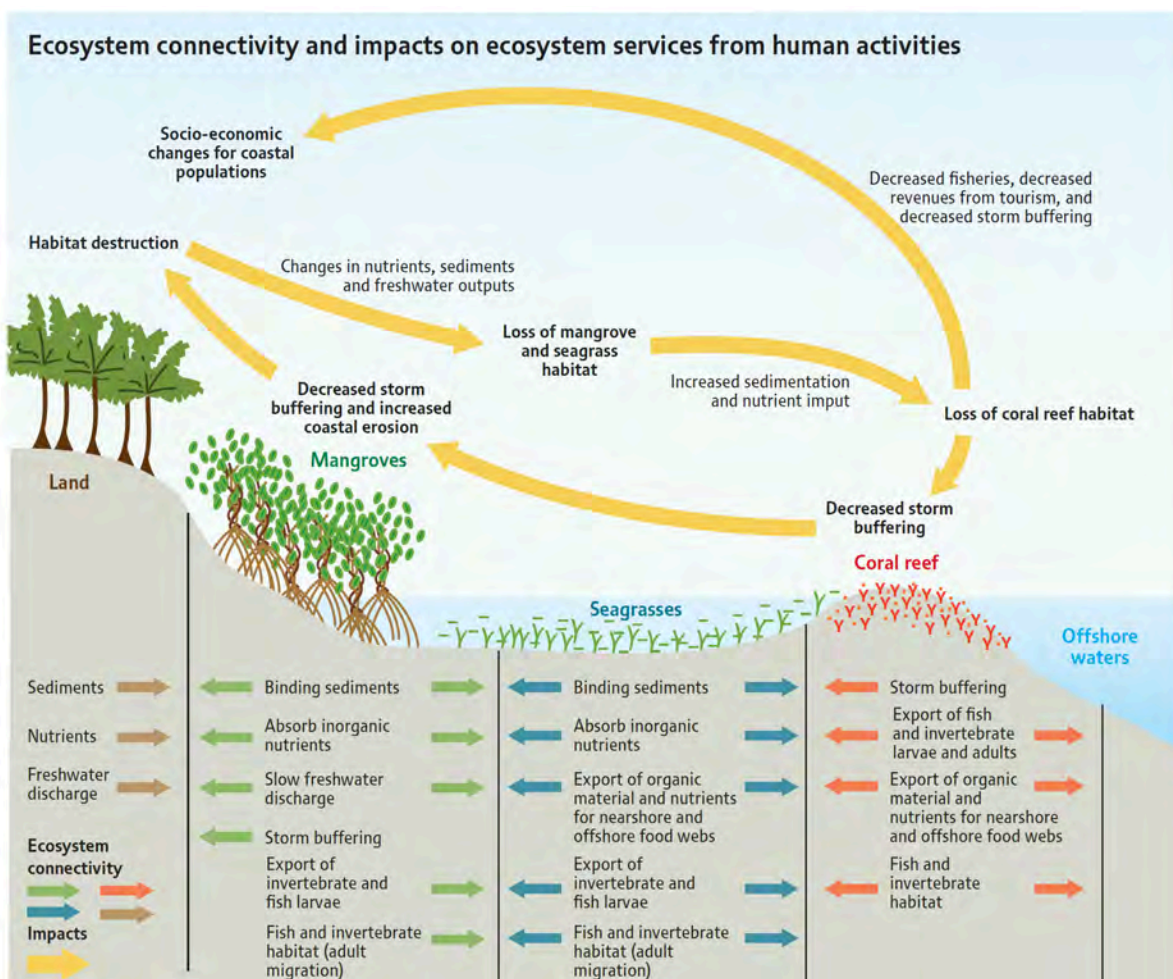


Рис 7 Диаграмма, показывающая экосистемную связь между мангровыми зарослями, морскими травами и коралловыми рифами. Экологическая и физическая связь между экосистемами показана для каждой экосистемы: наземная (коричневые стрелки), мангровые заросли (зеленые стрелки), водоросли (синие стрелки) и коралловые рифы (красные стрелки). Также показаны потенциальные обратные связи между экосистемами от воздействия различных видов человеческой деятельности на экосистемные услуги (желтые стрелки). (Silvestri & Kershaw, 2010)



al., 2018). В тот период в научной литературе не было никаких разговоров о том, что эти быстро усиливающиеся эволюционные нагрузки приведут к развитию новых эволюционных признаков, которые могли бы помочь организмам адекватно адаптироваться. Следует помнить, что эти экосистемы редко испытывали такие экзистенциальные стрессы, которые не были событиями вымирания. В прошлом веке целостность их экосистем была нарушена, и они были не в состоянии поддерживать и питать саму жизнь, не говоря уже о мерах экосистемных услуг, которые они могли бы предоставить человеческому обществу.

#### 1.4. О Пресноводных Путаницах и Истинных Человеческих Издержках

Судьба океанов по-прежнему переплеталась с пресноводными экосистемами и наземными экосистемами, которые были перегружены. В то время как атмосферные реки отводили влагу и еще больше усиливали мощные ураганы и штормы, нарушалась и атмосферная циркуляция, например, струйные течения (Masters, 2019). Большая часть мировых запасов продовольствия в то время зависела от более чем половины мировых пресноводных водоносных горизонтов, которые находились под угрозой разрушения и зависели от стабильности глобального режима осадков. Нарушение климата обеспечило дальнейшее снижение и нарушение режима выпадения осадков, вызвав экстремальную жару и засуху, а также экстремальные наводнения с долгосрочными последствиями для системы глобализованного производства и распределения продовольствия “точно в срок”, которой не хватило устойчивости, чтобы адаптироваться к этим нестабильным условиям (Min & Devi, 2052).

Регион Гиндукуша наилучшим образом отражает то, как человеческий масштаб был вплетен и переплетен в кризисы, которые должен был разрешить проект “Blue Reparations” (UNCAC, 2044). К середине века гималайские ледники столкнулись с ускоренным таянием криосферы, вызванным беспрецедентными тепловыми волнами, которые ежегодно охватывали регион, серьезно влияя на таяние ледников, обеспечивающих пресной водой миллиарды людей, живущих ниже по течению. С уменьшением площади гималайских ледников быстро высыхали грунтовые воды и озера. Индийские муссоны, которые когда-то пополняли их, начали отклоняться от нормы (Steffen et al., 2018). Поскольку в Гиндукушских Гималаях наблюдалось резкое отступление горных ледников (рис. 8a), миллиарды людей испытывали нехватку воды в регионе, который исторически называли “третьим полюсом” или “водонапорной башней Азии” (рис. 8b). Чувствительные к климату колебания ледниковых таяний и потока осадков, вызванные

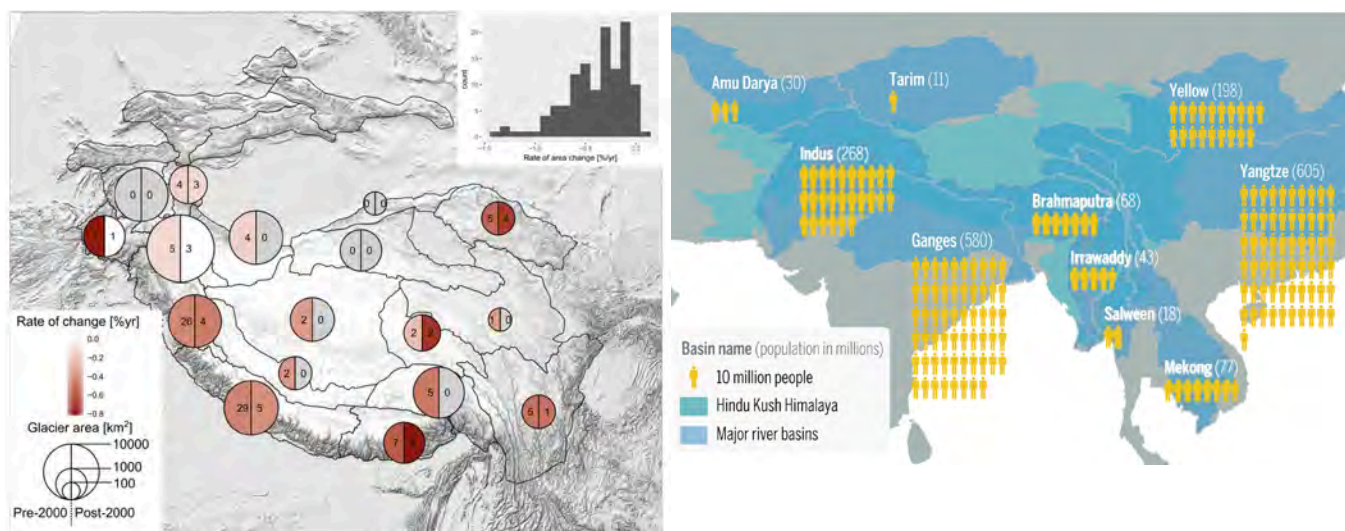


Рис 8a Утрата ледяного покрова Hindu Kush в Гималаях. Изображение Bolch et al., (2019). b) Антропогенное воздействие бассейнов, питаемых ледниками Hindu-Kush.Изображение Scott et al., (2019)

изменением структуры индийских муссонов, нарушали течение рек Инд, Ганга и Брахмапутра. Ускорение темпов отступления гималайских ледников напрямую угрожало пропитанию миллиардов людей как выше, так и ниже по течению в одном из самых плодородных регионов с богатым биоразнообразием в мире (Bolch et al., 2019).

Эти некогда богатые водой регионы были кормилицей для всего мира и местом сосредоточения одних из самых нетронутых мест биоразнообразия на планете. Таяние гималайских ледников обнажило глобальные масштабы кризиса. Они повлекли за собой не поддающиеся исчислению человеческие жертвы, которые понесли наименее виновные и наиболее уязвимые слои населения, живущие в условиях несправедливого социального порядка (Carleton, 2017). Движения сопротивления этим процессам предупреждали о том, что представляют собой эти инфраструктуры и что они приведут к разрушению хрупких пресноводных экосистем и ущерб здоровью, пропитанию и удобству местных сообществ (Gadgil & Guha, 1994; Juma & Watene, 2041). Экологическая борьба в регионе служит напоминанием для тех из нас, кто пытается понять эту ложную дихотомию - сохранения экологии или стремления к прогрессу. Зачастую эти некогда священные экосистемы были запружены для получения электроэнергии, эксплуатировались для ирригации в целях промышленного земледелия или промышленных стоков в рамках колониальных и неоколониальных механизмов. Остаточные отходы токсичных металлов и сточных вод просочились далеко и широко.

При старой власти добывающая индустриализация, нацеленная на рост ради него самого, стала путаться с намерениями развития и мерил прогресса. В этом повествовании сложности пресноводных экосистем были поглощены почти восторженным рвением к развитию. Однако, как и в случае со многими другими экосистемами того времени, это повествование подразумевало сокращение и превращение этих живых экосистем в простые ресурсы. Один из главных мифов того времени заключался в том, что вода - это такой же дефицитный товар, как и любой другой, и доступ к нему имеет свою цену. Согласно этой логике, это было самоисполняющееся пророчество. К началу века пятая часть пресной воды во всем мире использовалась для быстрой урбанизации и расширения промышленных мощностей по всему миру. Поскольку «прогресс» и «развитие» являются синонимами индустриализации, пятая часть пресной воды во всем мире использовалась для быстрой урбанизации и расширения промышленных мощностей по всему миру. Эта программа стала самореализующимся пророчеством. Вторжение городской ткани в пресноводные ресурсы оказалось краткосрочным экспериментом, поскольку городские пространства столкнулись с нехваткой грунтовых вод из-за чрезмерной эксплуатации (Wheeling, 2019). Таким образом, получилось так, что наступление климатической катастрофы резко изменило объемы сезонного стока, сократив ледниковый сток и уменьшив сток в суб-бассейнах, наряду с уменьшением предмуссонного стока, создало значительные угрозы для ирригации, гидроэнергетики и экосистемных услуг.

Возможно, эти экосистемные услуги, предоставляемые природой, можно было бы заменить. Например, высококачественную питьевую воду можно было бы получать из искусственных водно-болотных экосистем, фильтрующих загрязняющие вещества, или с помощью созданных человеком водоочистных сооружений. Однако природные экосистемы разрушаются гораздо быстрее, и, возможно, их никогда не удастся заменить (Díaz et al., 2019). Регион Гиндукуш дает нам возможность взглянуть на состояние большинства внутренних вод, водно-болотных угодий и пресноводных экосистем планеты в то время. Любопытно, что та же динамика осадков, которая питала речной и озерный лед, а также ледники и ледяные шапки с их меньшими площадью и объемом, относительно быстро реагировали на климатические эффекты, влияя на экосистемы и деятельность человека на местном уровне (Díaz et al., 2019). Экосистемные услуги в этих регионах также выявляли ранее неучтенные выбросы от подводного микробного распада органических веществ в прудах и озерных экосистемах, распространенных по всему миру (Boycott-Owen, 2019;

Kraemer et al., 2021).

К 21 веку многие хрупкие экосистемы прудов, рек и озер в мире носили шрамы от таких разработок, иногда даже буквально разрушаясь под их тяжестью. Инфраструктура плотин состарилась до такой степени, что пришла в негодность. В условиях участившихся чрезвычайных климатических ситуаций эти обветшалые инфраструктуры представляли собой экологическую катастрофу, которая только и ждала своего часа (Pearce, 2021). Эти инфраструктуры, которые обещали обеспечить водный суверенитет и энергетическую безопасность с помощью гидроэнергетики, в долгосрочной перспективе приносили больше вреда. Они изменяли среду обитания для всех пресноводных организмов, блокировали миграцию рыбы, вызывали фрагментацию и деградацию среды обитания и требовали все больших инфраструктурных требований для поддержания функционирования. Едва ли половина всех рек длиной более тысячи километров оставалась свободно текущей на всем своем протяжении, зачастую только в отдаленных регионах, которые быстро заселялись (Pearce, 2021).

Более того, несмотря на высокие ожидания прогресса и эффективности, более 80 процентов мировых сточных вод сбрасывалось в окружающую среду без очистки. Ежегодно в мировые воды сбрасывалось 300-400 миллионов тонн тяжелых металлов, растворителей, токсичных шламов и других отходов промышленных предприятий. Из-за чрезмерного применения сельскохозяйственных удобрений токсины с полей и ферм попадают в пресноводные и прибрежные экосистемы, создавая гипоксические зоны, уничтожающие морскую жизнь (Díaz et al., 2019). Неустойчивые глобальные сдвиги в гидрологических циклах угрожали важнейшим инфраструктурам водоснабжения, ирригации и санитарии, делая общество более уязвимым и усугубляя существующие социальные недостатки, напряженность, насилие и конфликты. В конце концов, водная безопасность предполагала способность населения обеспечить устойчивый доступ к достаточному количеству питьевой воды для адаптации к более высоким климатическим и гидрологическим колебаниям. Учитывая критический характер срочности, обществам было необходимо работать над успешным стимулированием трансграничной водной безопасности и регионального сотрудничества. Тем не менее, в этих условиях сами геопропорциональные политические структуры переживали кризис.

### 1.5 Кризисы Воображения: Ни Дороги Вперёд, Ни Назад, Ни Выхода

То, что происходило с живительной гидросферой планеты, было лишь отражением кризисов в человеческом обществе. В этот период социальные отношения стали рыночными, а стремление к накоплению достигло физических пределов биосферы. В самом сердце большого социального организма возникло глубокое отчуждение, и человеческая цивилизация начала канибализировать саму себя (Forbes, 2010). Насколько мы можем судить, это глубокое отчуждение редко признавалось в его глубоких последствиях. Его можно было бы и не замечать, учитывая, насколько глубоко оно было нормализовано. Его последствия были видны всем, парализуя социальное воображение, которое стремилось к полному уничтожению других людей и иных существ. Эта предрасположенность иногда принимала форму дезинтеграции социального дискурса, регресса в социальной мобильности и, что более фундаментально, даже краха социальных институтов заботы (Sarnai & Solongo, 2118). Фраза “климатический апартеид” стала применяться для определения этой эпохи, когда подобные извращения еще больше усугубляли социально-экономическое неравенство даже в условиях разрушающейся биосферы (Carrington, 2019b) - человечество находилось в состоянии войны с самим собой.

Разочарованные общества уже не видели себя участниками процесса цивилизации или, скорее, не считали ее цивилизацией, которую стоит спасать (Ponkh, 2031; Zerrano, 2036). В это время возникло множество насильственных националистических движений, которые еще больше

разрушали общественные соглашения и вместе с ними продолжали нарушать экологические границы. Этот ранний период подорвал права на жизнь, воду, пищу, жилье, демократию и верховенство закона для миллиардов людей. Геополитические режимы, работавшие в то время на ископаемом топливе, систематически подрывали демократические основы и отказывались от основных общественных договоров перед лицом ускоряющегося климатического и экологического кризисов, прикрываясь скрупулезными авантюрами (ICC, 2039). Казалось, что мир держится лишь на массовых галлюцинациях и угрозе насилия (Tlouse & Wakkari, 2130). Более поздние исследования показали, что это были реакции, призванные скрыть тот факт, что глобальная экономика уже трещала по швам, достигая планетарных пределов накопления капитала - снижение нормы прибыли, ограниченность новых границ для роста и истощение существующих ресурсов (Alex & Mehrawi, 2080; Anh, 2028).

Интересно, что, лишённые лучшего воображения, многие из этих механизмов воссоздают те же самые модели, которые изначально были причиной кризисов. Даже когда климатологи всего мира били тревогу по поводу таяния Арктики (Jansen et al., 2020; Wadhams, 2017), экономики, использующие ископаемое топливо, вместо этого рассматривали таяние Арктики и Антарктики как возможность добычи новых нефтяных ресурсов на ранее недоступных месторождениях подо льдом (Crowley & Rathi, 2020; Dunn, 2019). Такое стремление к разработке новых месторождений нефти и газа в Арктике было незаконным в соответствии с многочисленными суверенными конституционными законами (ICC, 2039; Joselow, 2021; Sjøfjell & Halvorsen, 2016). В других местах гонка за возобновляемыми источниками энергии также дала толчок приглушенному росту программ глубоководной добычи полезных ископаемых, угрожающих прочисткой богатых биоразнообразием океанских дна для добычи редкоземельных металлов в виде полиметаллических конкреций (McCarthy, 2020). Экономические режимы все отчаяннее пытались найти стабильный источник планетарных ресурсов, чтобы остаться на плаву в условиях ухудшающегося климата, пытались прибегнуть к военной агрессии за ресурсы, чтобы обеспечить условия для продолжения экоцидного глобального порядка в том виде, в котором он существовал (Ahmed, 2020).

По сути, эти социальные порядки, основанные на экономике войны с природой, воевали и сами с собой. Пластмасса, этот прославленный инженерный материал, получаемый из ископаемой нефти, проходил через планетарную систему и возвращался к людям в виде микропластика. Быстро меняющиеся циклы потребления товаров привели к тому, что вскоре большая часть планеты плавала в выброшенном пластике (Samy, 2129). Оказавшись в море, солнечный свет, ветер и воздействие волн ускорили их распад на мелкие частицы - микропластик (МП) (А. Thompson, 2018). Их воздействие наблюдается в водной среде, проникая в наземные, пресноводные и океанические пищевые цепочки, проникая по пути во все живые экосистемы на планете (Barrett et al., 2020; Botterell et al., 2019; А. Thompson, 2018). Эти неразлагаемые материалы были переносчиками загрязнителей окружающей среды, которые в конечном итоге возвращались обратно и попадали в организм человека с пищей и водой. Микропластик накапливался в тканях и органах человека, таких как плацента (Carrington, 2020; Ragusa et al., 2021), или даже влиял на фертильность человека с помощью химических веществ, разрушающих эндокринную систему (D'Angelo & Maccariello, 2021). Циркуляция микропластика нанесла вред долгосрочному здоровью животных и человека. Таким образом, очевидный урок заключается в том, что в рамках более крупных гидрологических систем в пределах конечных планетарных границ каждая экосистема является как восходящим, так и нисходящим потоком.

Можно задаться вопросом, не мог ли этот ценный урок быть усвоен менее катастрофическим способом. Тем не менее, эти вопросы обнажили некоторые противоречия и запутанность больше, чем другие. Человеческая цивилизация была ровно настолько хрупкой или устойчивой, насколько ей позволяло это воображение и, соответственно, насколько человечной и нечеловечной она была. Было ощущение, что мир построенный по другим принципам возможен. Однако без предсказуемых и реальных изменений в основах того, что когда-то называлось цивилизованной

жизнью, исходные условия для действий в отношении климата продолжали смещаться, и казалось, что мир скорее будет “управляться” до вымирания (Tlouise & Wakkari, 2130). Возможно, сегодня не удивительно, что большая часть глобальной экономической системы прошлого века выглядит как тщательно разработанный глобальный ритуал отрицания климата. Эпоха добычи ископаемых должна была закончиться либо полным отказом от этого, либо шестым массовым вымиранием.

## 2. Вода - это жизнь: Возмещение ущерба, достойное этого названия

Учитывая постоянно меняющиеся исходные условия для действий в области климата, усиливающиеся кризисы и разрушающуюся легитимность глобальных институтов, не прошло много времени, как во всем мире начали возникать климатические восстания. Несмотря на жестокие репрессии и геноцид, защитники земли и воды предков и другие коренные земляне были в авангарде. Эти передовые отряды движения за климатическую справедливость больше не могли быть покорены силой, вселяя новую надежду среди так называемых “маргиналов”, отвоевывая суверенитет и вновь возвращая себе земли предков (Juma & Watene, 2041; UNCAC, 2043). Общины, наиболее пострадавшие от кризисов, также начали отвоевывать демократическую власть, объединяясь между собой. Их действия заставили институты власти сесть за стол переговоров на равных в рамках климатических ассамблей и гражданских климатических советах. Глобальные климатические ассамблеи (“GCA”) были одними из многих коалиционных сетей по борьбе с изменением климата, которые спонтанно появлялись под предлогом новой альтернативной демократии и достижения консенсуса (Dirik & Chen, 2029).

Этот период, названный периодом возрождения, ознаменовал объединение глобальных коалиций климатической справедливости в целях поддержания и восстановления общего достоинства в рамках взаимоважного союза с коренными культурами (Tlouise & Wakkari, 2130). Важнейшую роль в этих социальных преобразованиях сыграли защитники исконных земель и вод, чьи победы обеспечили суверенные права природы (UNCAC, 2056) в попытке решить эти проблемы, стоящие перед миром с учетом имеющихся вызовов (Wehi et al., 2021). После того, как суверенные земли и воды были возвращены коренным движениям за освобождение земли, индустриальные экономики предприняли более согласованные усилия (Tlouise & Wakkari, 2130). Таким образом, проект “Blue Reparations” был специально сформулирован многими такими глобальными климатическими советами для восстановления и регенерации пресноводных, морских и ледниковых экосистем (UNCAC, 2044). Проект “Blue Reparations” дополнил программу “Climate Reparations Program” (CLIMAREP) с ее целостными политическими рамками климатических действий и институциональными преобразованиями, осуществленными благодаря основам, заложенным автономными коалициями защитников земель и вод коренных народов в направлении исконного суверенитета и программ биоремедиации (UNCAC, 2043).

Глобальные институциональные структуры менялись, экономика планомерно сворачивалась и создавались всеобщие социальные услуги (Coote, 2021). Вместе со значительно сокращенной рабочей неделей (Fabre, 2032) были внедрены глобально справедливые протоколы Глобального Прожиточного Дохода. Они были дополнены одновременными актами, аннулировавшими финансовые долги (Hampton & Kuruvila, 2092). Эти механизмы окончательно переместили глобальный производительный труд из отраслей, обслуживающих долги, которые печально известны тем, что создают циклические экономические и климатические потрясения. Вскоре люди из всех слоев общества увидели значительные улучшения в качестве жизни, когда повседневная жизнь перестала зависеть от экономической ценности человека. Эти шаги резко ослабили политическую напряженность, вызванную крайним экономическим неравенством, которая изначально казалась непримиримой, ослабив давление на работающих и маргинализированные классы (Lai, 2056; Mirza, 2067). Эти межсекторальные коалиции аболиционистских движений призывали к “коллективной гармонии” вместо войны и оружия массового уничтожения, отмене глобальных и местных институтов господства и угнетения, отмене рабочей недели и отчуждения труда - построению “подлинной свободы, достойной этого имени” (Hampton & Kuruvila, 2092).

Эти климатические коалиции предвосхитили условия для возникновения цивилизации 22-го века, “достойной своего имени”, поскольку обновление общественных договоров и социальных гарантий происходило во всем мире (Lai, 2056; Mirza, 2067).

В конце концов, стало возможным жить в мире без постоянного материального климатического воздействия экономических систем. Эта развязка резко снизила цивилизационное давление на планетарные экосистемы, что привело к перераспределению социально-экономических приоритетов, сфокусированных на радикальном улучшении качества жизни человеческих обществ и решении основных социальных свобод, которые были разрушены и не реализованы при предыдущих режимах.

## 2.1 Технологическое Достояние и Вопрос об Открытых Технологичеках

Направления социального и культурного импульса сдвигались в сторону коллективных климатических действий. В то же время экологическое возрождение открыло вопросы о том, как поддерживать и сохранять эти сдвиги в долгосрочной перспективе. Однако вопрос технологического развития по-прежнему вызывал беспокойство. Что необходимо для создания технологических прорывов для перехода на новые технологические инфраструктуры, которые ранее были полностью зависимы от ископаемых? Технократический техно-оптимизм той эпохи смотрел через характерные розовые очки, часто некритично в отношении того, насколько технологические стратегии могут позволить смягчить последствия изменения климата в 22 веке (Keuzer & Lenzen, 2021). Тем не менее, даже если вы не являетесь технооптимистом, важно понять, что изменилось, чтобы стать свидетелем технологического развития в прошлом веке.

Технологическое сверхразвитие индустриальной эпохи не сопровождалось глубоким осмыслением социальных реалий, постоянно меняющихся в связи с климатическими и экологическими кризисами. До середины 21 века плановая, высокотехнологичная индустриальная экономика была возможна только при прямой и косвенной поддержке империалистических экономических войн. Эти каналы обеспечивали основу для многих фундаментальных исследований, которые привели к глубоким технологическим прорывам в индустриальных обществах, санкционированных через раздутые военные бюджеты и корпоративные монополии (Noble, 1977; Ubumwe, 2114). Доступ к коммерциализации этих открытий был разрешен как прямое решение национальных экономических программ по созданию конкурентных монополий для частных агентов того, что по сути являлось исследованиями, финансируемыми государством, т.е. общим достоянием. Эта динамика сформировала основы высокотехнологичных конкурентных военных экономик на протяжении последних двух столетий.

В конечном счете, эти программы усилили гонку в направлении расширения возможностей получения, накопления и перераспределения социальных, экологических и технологических ресурсов. Однако это привело бы к перенасыщению перепроизводства, ориентированного на богатое потребление по всему миру (Noble, 1977; Thirumalai & Halden, 2087). Технологический оптимизм также имел тенденцию представлять себя как несущего на себе груз ведущей цивилизации из грязных, болезненных проблем, терзающих человечество. Бесспорно, что в этот период произошел глубокий технологический скачок, однако для общества в целом эти инновации не создали изобилия, а отняли его. В этот период в обществе наблюдалось распространение технологий через сложные неокOLONIALНЫЕ рыночные механизмы, которые считались чрезвычайно расточительными и неэффективными даже для социального перераспределения (Chin, 2019; Thirumalai & Halden, 2087). Столкнувшись с условиями климатического и экологического коллапса, эти высокотехнологичные “экономики войны” были склонны искать несколько предсказуемые модели “войны всех против всех” для сохранения гегемонистского порядка господства и контроля (Ahmed, 2020; Thirumalai & Halden, 2087). Не было достаточно ресурсов, чтобы привести глобальное общество в технологическое равновесие со всеми. Даже если закрыть глаза на тот факт, что решения эти не всегда были хорошими, тем

не менее можно утверждать, что цель их никогда не была направлена на массовое освобождение. Вместо этого климатическое возмещение требует создания и поддержания долгосрочных климатоустойчивых инфраструктур, ориентированных на качество жизни, с использованием действительно возобновляемых источников энергии по всему миру (Doon, 2035; Rahman et al., 2096).

Одним из способов сделать это было создание глобальных программ передачи технологий, которые ускорили бы распространение и передачу знаний, предназначенных для климатоустойчивых инфраструктур. С принятием законов об экоциде и репарациях, к которым вынудили общественные климатические собрания и референдумы о климатических действиях, возобновляемые технологии вышли из закрытой и устаревшей “интеллектуальной собственности” IP (Krets, 2048). Эти технологии были созданы на основе исследований, финансируемых государством, и не могли быть закрыты под частную собственность, поскольку это нарушило бы доступ к общему достоянию. Поэтому были созданы механизмы передачи технологий, чтобы открыть промышленные патенты и технологии для общественного пользования (Krets, 2048). Движения за открытые технологии могли свободно использовать закрытую интеллектуальную собственность (“IP”) для развития инфраструктуры климатической устойчивости без правовых преследований.

Программы передачи технологий также подразумевали распространение и наращивание потенциала производственных технологий, методов обучения и техники для обеспечения необходимого распространения основных климатоустойчивых инфраструктур в глобальном масштабе. Фонды климатического возмещения резервировали условия для включения переходной структуры на муниципальном уровне с кооперативными самоуправляемыми технологическими центрами, которые распространяли ключевые прорывные технологии среди сообществ. Перед ними была поставлена задача “экзаптировать” - переосмыслить назначение этих ископаемых технологий для выполнения долгосрочных устойчивых задач. Многочисленные возможности высокоточного производства, которыми обладали высокотехнологичные потребительские технологии, доступные в то время, такие как полупроводниковая, аэрокосмическая и военная промышленность, также были адаптированы и перепрофилированы для поддержки новых разработок в важнейших климатических инфраструктурах (Krets, 2048).

Они станут ключом к созданию потенциала для универсальных базовых услуг (Coote, 2021; Gough, 2019) с помощью различных средств перенаправления ресурсов от разрушительной экономики войны (Fabre, 2032). Любопытно, что траектории развития этих технологий определялись креативными движениями, которые теперь могли свободно участвовать в региональных отделениях гражданской науки, сотрудничая с фундаментальными институтами дизайна и научных исследований, учитывая, что сокровищница патентов стала доступна для социальных нужд (Chen, 2031; Ngata, 2076). Это заложило бы основу для критических инфраструктур, возникших в результате проектов по возмещению ущерба, причиненного климатом, и поддержало бы технологические прорывы во всем мире (Bhim & Larsson, 2124; Khan & Shah, 2127; Ngata, 2076). С ростом институциональной платформы кооперативы муниципальных производственных мастерских, гражданские научные движения и исследовательские институты разработали каналы производства и распространения этих важнейших климатических инфраструктур в рамках локализованных общественных сетей.

### 2.1.1 Технологии Изготовления Биоремедиалов: Биоминерализаторы

Поскольку концептуальные правовые рамки IP и патентов устарели и были практически упразднены после репарационных актов (Bhim & Larsson, 2124), глобальные промышленные инфраструктуры могли быть направлены и перенастроены на производство климатоустойчивой инфраструктуры, разработки которой составили и открыли всеобщее технологическое достояние (Ngata, 2076). Кооперативные соглашения, а не юридические конфликты определяли то, что должно было произойти в дальнейшем. Мы обсуждаем некоторые из этих движений открытых технологий, которые сформировали технологические основы 22-го века, где дизайнеры и

технологи больше не пытались разработать проекты отвечающие на новые рыночные запросы. Вместо этого сообщество сосредоточилось на творческом поиске новых способов создания регенеративной синергии между основными потребностями человека, его материальным следом и экологическими ограничениями (Khan & Shah, 2127). Благодаря трансформации энергетических сетей в муниципальный уровень производства и распределения энергии, а также сдерживанию промышленной деятельности, устаревшая инфраструктура плотин могла быть демонтирована, начиная с тех, которые представляли экзистенциальный риск как для речных экосистем, так и для человеческих мест проживания, которые зависели от них (Hernandez et al., 2062). Эти действия заметно снизили эрозию почвы, седиментацию и сток загрязняющих веществ в пресноводные и морские экосистемы, расположенные ниже по течению, развивая удивительную устойчивость к климатическим потрясениям (Rahman и др., 2096).

Зоны устойчивости к изменению климата (“CRZ”) уже создали импульс для целостного, регенеративного, агроэкологического подхода к движению за возрождение наземных экосистем и биоразнообразия (Hernandez et al., 2062). Соответствующая интеграция климатоустойчивых инфраструктур значительно улучшила санитарные системы. В то же время борьба с наводнениями дополнила вековую практику управления водно-болотными угодьями, способствовала восстановлению болот и городских рыбоводных прудов, а также возрождению поверхностных и подземных пресноводных водоносных горизонтов в городских и сельских регионах (Goldman, 2064; Hernandez et al., 2062). Эти действия сыграли решающую роль в улучшении динамики влажности почвы в CRZ и создали управляемое изобилие воды в пострадавших от засухи регионах. Кроме того, они помогли ограничить стоки токсичных питательных веществ от сельского хозяйства и пополнить реки и подземные водоносные горизонты, одновременно развивая системы борьбы с ливнями и наводнениями в других CRZ (Hernandez et al., 2062).

Соображения, связанные с обострением климатических проблем в регионах мира, испытывающих дефицит водных ресурсов, побудили многие добровольные общественные научные организации внести свой вклад в развитие технологического потенциала. Эти действия дополнили планы коренных народов по защите земли и воды, в рамках которых были проведены масштабные работы по сохранению и восстановлению некогда священных рек и озер. В Гангских поймах многие пресноводные экосистемы деградировали в результате многовековой промышленной эксплуатации и схода токсичных стоков (Rahman и др., 2096). Эти оскверненные пресноводные и морские экосистемы были восстановлены с помощью перспективных биологических методов, которые разлагают и улавливают загрязнители.

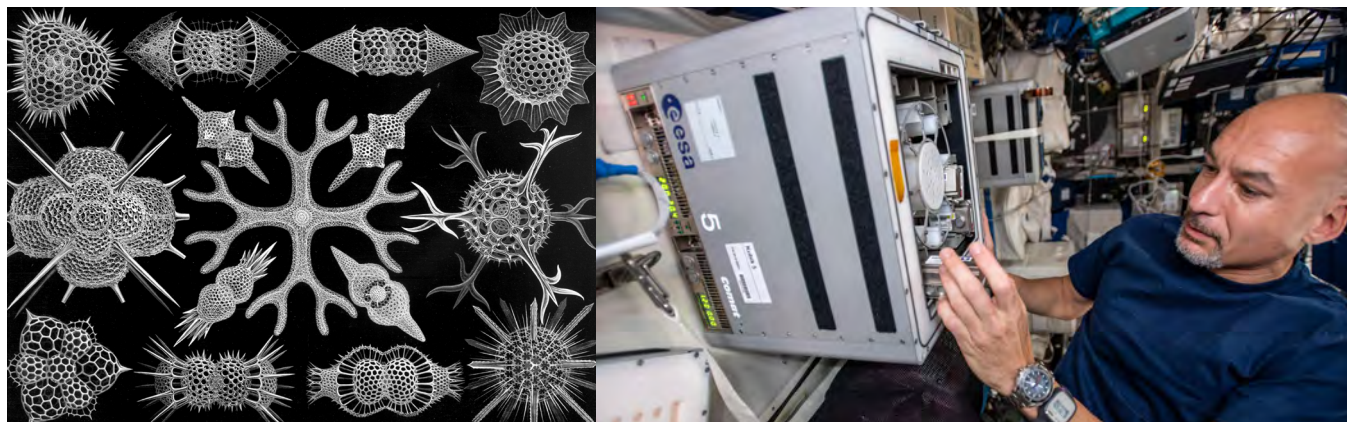


Рис 9а. Иллюстрация биоминерализованного опалинового кремнезема в микрокаменелостях полистирола подкласса Spumellaria, Иллюстрация сделана Ernst Haeckel для *Kunstformen der Natur* (Artforms of Nature), (1904). b) Космонавт Luca Parmitano помещает реактор биомайнинга в центрифугу на борту Международной Космической Станции. NASA, 2020



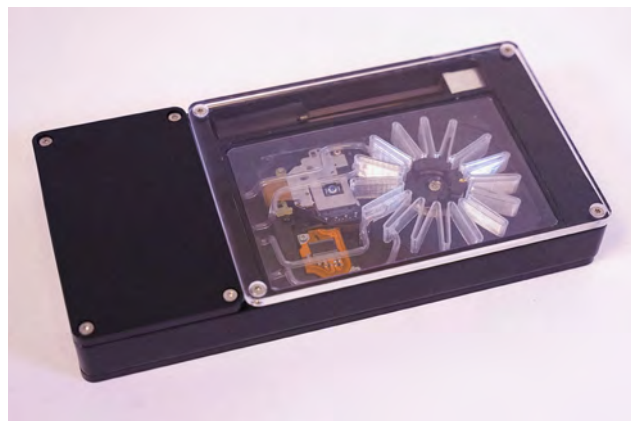


Рис 10 а) Установка для биоминерализации. б) Картриджи для биомайнинга, которые собирают редкоземельные элементы для коммунального биомайнинга. Изображения Vahidi et al., (2118)

В свое время это оказалось эффективным способом возрождения и очистки этих мест обитания. Этот способ оказался гораздо более эффективным и экологически безопасным, чем другие альтернативные методы восстановления. Одним из таких методов была биодобыча, которая в то время уже была развитой технологией. Биоминерализацию можно было применять для экологического извлечения металлов из руд и других минеральных источников без необходимости проведения экоцидных горных работ. Минералы подвергались биологической минерализации или “биоминерализации” экологически регенеративным способом с помощью прокариот, грибов или растений, которые могли биологически выщелачивать минералы из своих руд с помощью природных средств (Brisson et al., 2016; Qu et al., 2019; V. S. Thompson et al., 2018). Биоминерализация и биовыщелачивание могут одновременно восстанавливать эти важнейшие металлы и минералы с помощью микроорганизмов, которые также восстанавливают почву и воду в процессе. Биоминерализация всегда была широко распространенным явлением в природе, синтезируя минералы, силикаты, диатомовые водоросли, карбонаты и фосфаты кальция в организмах часто для формирования структурных особенностей (Рисунок 9а).

Многочисленные методы биоремедиации, практикуемые в CRZ, укрепили сотрудничество между коренными водоохранными организациями и добровольными движениями гражданских ученых. Устройства, называемые “биоминерализаторами” (Рисунок 9b), были экспериментальными прототипами экспериментов по биоминерализации из космических программ. Биоминерализаторы по сути представляли собой биореакторную технологию, сочетающую электролиз сточных вод с микробным биоминированием, которая была хорошо изучена (Contreras et al., 1981; Tartakovsky et al., 2011). Однако она выходила из лабораторий в поле, эффективно применяя эти электробиохимические процессы для очистки пресноводных экосистем от нитратов, фосфатов и тяжелых металлов (Anwar & Hoang, 2052). Благодаря передаче открытых технологий эти биоминерализаторы, ставшие общественным достоянием, превратились в установки для биодобычи в распределенных масштабах, изготовленные муниципальными производственными кооперативами (Bhim & Larsson, 2124; Ngata, 2076).

Разработка биоминерализаторов (рис. 10а) стала кульминацией социально-ответственной энергетики, применяющей природные методы в рамках развивающейся регенеративной культуры. В отличие от проблемных промышленных процессов, биоминерализаторы могли решать задачи одновременно биоремедиации и добычи редкоземельных минералов. Они могут делать это в местах загрязнения на местном уровне и осуществлять взаимовыгодный процесс восстановления и рекультивации в сотрудничестве с микроорганизмами, родными для экосистемы, выращенными и не модифицированными генетически. Наконец-то стало возможным применять биомайнинг для очистки мест, где столетия промышленных стоков загрязнили водоемы и набережные в основном теми же редкоземельными минералами и

металлами, что и в то время.

Разработанные для этой операции мицелиально-углеродные картриджи (рис. 10b), инокулированные штаммами мицелия или бактерий, хелатировали и секвестрировали редкоземельные минералы из водной углеродной среды (Colins & Ariel, 2062). Биоминерализаторы плавали в воде, которая была бы “питательной” для местной биоминерализующей биоты. Отдельные мицелиево-углеродные картриджи были разработаны для инокуляции биомов, способных концентрировать определенные минералы (Colins & Ariel, 2062). Их настроенные скорости насыщения зависят от типа металлов, подлежащих биоминерализации, и от микробных штаммов, инокулированных в биомы картриджа (Khan & Shah, 2127). Эти процессы работали в условиях комнатной температуры и секвестрировали картриджи с низким выходом. Однако они секвестрировали редкоземельные минералы очень высокой чистоты.

Эти выходы были достаточны для дальнейшей переработки в общественных лабораториях или мастерских для производства общественно полезных и экологически восстановительных технологий на местах. Более того, постановление об экоциде и отмене ископаемых также ликвидировало многие глобальные финансовые институты и щедрые субсидии и благоприятные финансовые программы для экспансивного массового промышленного воздействия техносферы (Bernes, 2019; García-Olivares & Solé, 2015). Но даже в этом случае эти процессы были нежизнеспособны при той же экономии масштаба, учитывая, что многие мировые источники добычи истощились раньше, чем произошел полный переход на возобновляемые источники энергии. Монументальный провал глубоководной добычи редкоземельных минералов и одновременная необходимость извлечения редкоземельных минералов из устаревших инфраструктур сигнализировали о наступлении эпохи этих возобновляемых процессов производства (Thirumalai & Halden, 2087).

#### 2.1.2 Приземленность: Возникновение Общественной Симбиометаллургии

Биоминерализаторы проложили путь для ранних разработок и открытий в области симбиометаллургии, при этом многие фундаментальные принципы их применения до сих пор остаются нетронутыми. Симбиометаллургия, представляющая собой слияние “симбиотической-биологической-металлургии”, является подмножеством симбиотических технологий производства, которые появились в прошлом веке и создали открытые альтернативы, заполнившие вакуум инженерных материалов, оставшийся после отказа от ископаемого топлива и большей части полимерной промышленности (Khan & Shah, 2127). В соответствии с протоколами открытых технологий, степень готовности производственных возможностей и точных методов, необходимых для создания этих технологий, достаточно возросла в синдицированных кооперативных мастерских, которые продолжают быть площадками для проведения таких разработанных экспериментов и экспоненциально расширяют сферу применения этих биоминерализаторов. Показатели биоаккумуляции и биодоступности улучшились скачком благодаря уважительному использованию процессов биоминирования и биоминерализации в синергетических отношениях с материальной средой. Сегодня биоминерализация является единственным жизнеспособным средством концентрации многих широко востребованных минералов (рис. 11).

Биоаккумуляция минералов оказалась более рациональным методом обогащения полезных ископаемых. Их успех с истощенными редкоземельными минералами оказался жизнеспособным для других минералов, таких как железо, медь, цинк, кобальт, магний и золото. Эти системы были идеальны для местного производства и потребления высокотехнологичных товаров, которые предполагалось добывать на астероидах или путем разрушительного траления дна океана. Более века радикально трансформировавшихся и сокращающихся следов “техносферы” заложили основу для их появления. С неизбежным старением унаследованных технологических инфраструктур, прошло совсем немного времени, прежде чем биодобывающие установки



Рис 11 Популярные методы биомайнинга, для сбора редкоземельных элементов с использованием технологий биоминерализации symfabs. Vahidi et al., (2118)

стали необходимы для извлечения металлов и минералов из устаревших технологических инфраструктур. Таким образом, переосмысление традиционных методов производства также позволило биоминерализаторам повысить эффективность извлечения таких металлов, как литий, кобальт, золото, тантал, никель, марганец, кобальт, никель и цинк, предотвращая их вымывание обратно в экосистемы, которые тщательно восстанавливались (Vahidi et al., 2118).

В последние десятилетия симбиометаллургические технологии распространились на переработку силикатов, латеритов, рекультивирующих шахтные отвалы прошлого, а также сульфидных руд и урановых руд (Chihiro et al., 2123; Vahidi et al., 2118). Однако, если отбросить все заблуждения, симбиометаллургия в корне противоречит генетическим манипуляциям в добывающих целях, но создает симбиотические системы управления, основанные на процветании экосистем (Vahidi et al., 2118). Это также, возможно, единственная экологически ответственная альтернатива для секвестрации тяжелых редкоземельных минералов (рис. 11) и металлов платиновой группы, иногда даже радиоактивных отходов из пресноводных водоемов с помощью микробов (Vahidi et al., 2118).

Биоминерализаторы продолжают применяться для биоаккумулирующих радиоактивных элементов из мест ядерных отходов, где методы биоремедиации, по-видимому, продемонстрировали замечательные возможности (Zenlin, 2109). Перспективы этих стратегий были реализованы в регионах, исторически загрязненных промышленным разграблением, таких как недавно выявленные зоны ядерного и токсичного загрязнения, где нейтрализация радионуклидов остается критически важной (Chihiro et al., 2123). Эффективность и долгосрочная экологическая позиция биоремедиации и переосмысленные материальные возможности позволили сообществам не возвращаться к регрессивным отношениям со своими экосистемами. Развитие симбиометаллургии в прошлом веке показало, насколько важными остаются эти минеральные ресурсы для нашего понимания природных процессов, помимо удовлетворения

материальных потребностей человека. Симбиометаллургия идет дальше в отображении экологических процессов биоаккумуляции и биодоступности, где потоки питательных веществ и минералов могут дать нам обзор здоровья наших экосистем в пространстве и времени таким образом, который раньше был немислим (Vahidi et al., 2118). Помимо этих явных следов, эти практики позволяют нам понять сферы процветающих экосистем, которые периодически зависят от действий человека, а иногда не зависят от них. Напротив, эти практики открывают пространство для бесчисленных способов, которыми можно выявить сплетение человеческого и нечеловеческого.

### 2.1.3 О Рейнмейкерах, Ледяных Ступах и Искусственных Ледниках

Важно понимать, что этот период социального возрождения и социальных гарантий высвободил много энергии в обществах, долгое время подавляемых. Поэтому не все технологии, принятые в рамках инициативы “Blue Reparations”, были лишены противоречий и сложностей. В условиях усугубления сезонов ежегодной засухи, вызванной климатическими факторами, существовала реальная опасность неконтролируемого дефицита пресной воды в регионе, где наблюдаются экстремальные сезоны засухи. На Гангских равнинах, столкнувшихся с колебаниями сезона индийского муссона и нестабильным таянием ледников в Гималайском регионе, острая нехватка воды стала кризисом, требующим принятия мер. Многие в сообществах открытого дизайна и открытых технологий предлагают сборщики “атмосферных рек”, называемые Рейнмейкеры (Rainmakers - дождеобразователи). Сообщества открытого дизайна разработали рейнмейкеры для поддержки усилий по восстановлению ступенчатых колодцев, водно-болотных угодий, рек и озер в CRZ, пополняя их по мере необходимости. Они стали возможными благодаря раннему кэшу открытых патентов в рамках передачи технологий и были разработаны сообществами



Рис 12 Атмосферные Рейнмейкеры, добывающие пресную воду для засушливых регионов. Изображение Gautam et al., (2053)

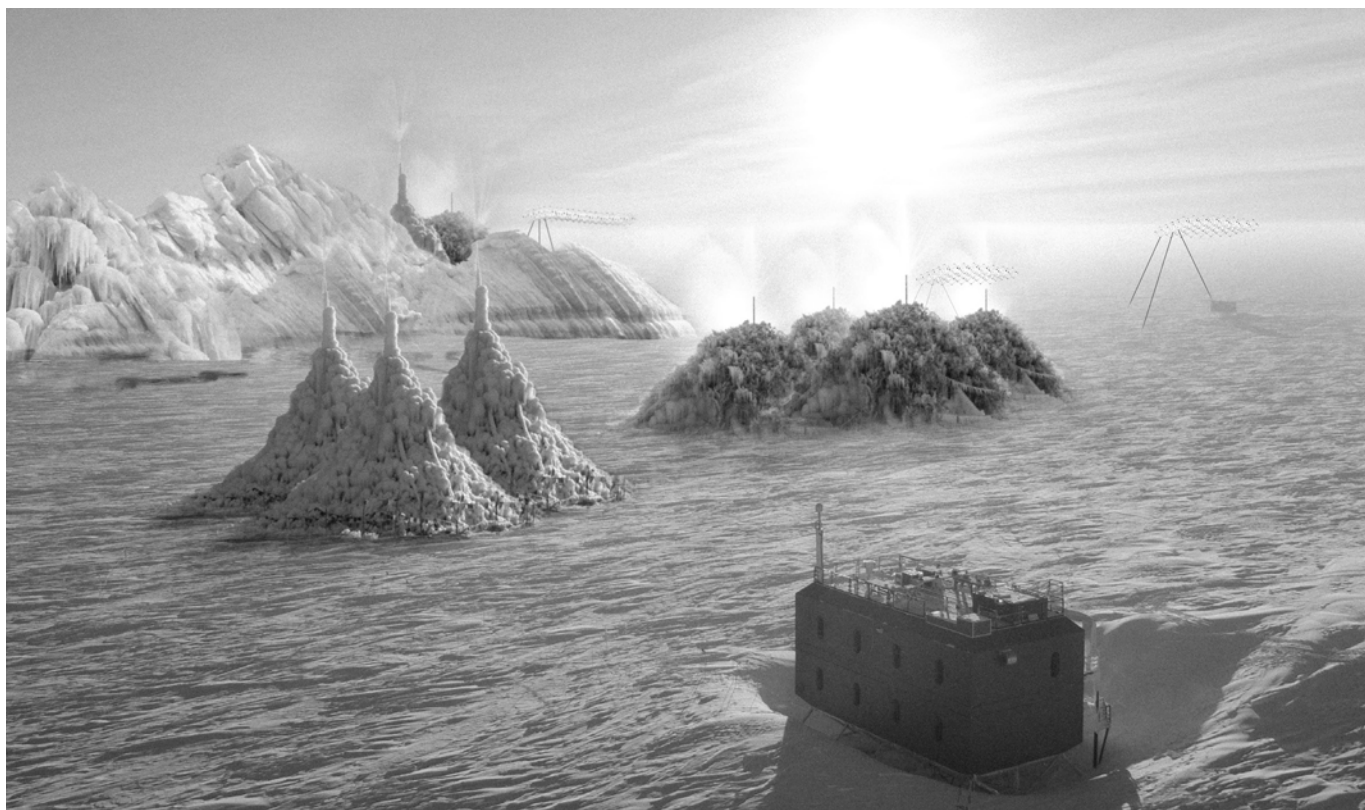


Рис 13 Ранние задокументированные попытки использовать Рейнмейкеры для создания Ледяных Ступ в Антарктике. Изображение Rogers et al., (2121)

открытого дизайна (Gautam et al., 2053). Эти более легкие, чем воздух, конструкции могли конденсировать атмосферный водяной пар с помощью своих гидрофильных поверхностей и структур и осадить его над высохшими водоемами (Gautam et al., 2053).

К середине столетия Рейнмейкеры (рис. 12) получили дальнейшее распространение в открытых научных и технических сообществах. Многие журналы, поддерживающие эти действия, включая этот, опубликовали эти предложения и спецификации (Gautam et al., 2053). Масштабы операций, необходимых для практического использования сообществом, означали, что они могут быть развернуты только в очень локализованных масштабах для пополнения местных водных экосистем и биоразнообразия. Эти воздействия меркли по сравнению с последствиями успешной реализации CRZ, которые показали огромные перспективы в создании чистого избытка осадков и влиянии на структуру осадков в более широком мировом масштабе, поскольку новые старовозрастные леса укоренились в CRZ (Hernandez et al., 2062). Любопытно, что, хотя многие из этих событий сделали Рейнмейкеры ненужными для этих целей, их действия окажутся решающими для другой цели - возрождения ледников.

Общины в Гиндукушских Гималаях уже давно изобрели практику создания искусственных ледников под названием "Ледяные ступы" (Divya A, 2020), и, наткнувшись на чертежи этих Рейнмейкеров, они начали разрабатывать их для своих целей. Они планировали использовать Рейнмейкеры для спасения священных гималайских ледников от таяния. Использование рейнмейкеров для ускорения производства ледяных ступ (рис. 13) или искусственных ледников заставило жителей региона перепроектировать свои Рейнмейкеры для более срочного использования - для контроля и пополнения горных ледников, от которых они зависели в плане пресной воды. Эти действия были их последней попыткой спасти священные ледники от катастрофического таяния. По сути, рейнмейкеры были настроены на то, чтобы служить местами "зарождения" ледникового льда, которые позволяли бы ледниковым талым водам

снова замерзать и действовать как искусственные ледники, надеясь пассивно вырастить больше ледников по пути. Эти искусственные ледники были построены с помощью бережливой практики через действия сообщества, реагируя на отступающие ледники и сохраняя культуру и историю тех, кто зависел от горных ледников, находящихся под угрозой в условиях Теплицы. Успехи этих сообществ в документировании и модификации этих Рейнмейкеров вдохновили многие группы по защите климата, желавших развить успех “ледяных ступ”, применяя аналогичные стратегии в масштабах возрождения ледников Арктики и Антарктики, масштабируя эти процессы для возрождения криосферы на полюсах (Rogers et al., 2121).

Следует признать, что многие разработчики Рейнмейкеров хранили особое наследие технопозитивистского прошлого. Регенерация озер и прудов для местного сообщества была вполне осуществима с технологической точки зрения. Однако масштабы, в которых нужно было восстанавливать арктические и антарктические ледники, были ничем иным, как геоинженерией (Zaidi, 2056). Различные климатические ассамблеи опубликовали свои рассуждения о возможных непредвиденных последствиях такой широкой по масштабу и охвату системы. Подобные геоинженерные усилия могут обладать ужасающей властью над теми, у кого ее нет, и бесчисленными возможностями злоупотребления со стороны нерегулируемых могущественных акторов-изгоев. Даже если схемы искусственного оледенения разрабатывались под контролем сообщества в рамках демократической системы сдержек и противовесов программы “Голубые репарации”, любой человек, изучивший социальные и политические потрясения начала века, вполне законно мог быть обеспокоен ими. Таким образом, эти устройства были зарезервированы исключительно в соответствии со строгими протоколами для критического оживления и подзарядки криосферы с целью предотвращения катастрофических таяний, будь то арктические и антарктические ледники, таящая вечная мерзлота или горные ледники в Гималаях. То, что сегодня в криосфере восстановился ледниковый лед, стало возможным благодаря целевым программам восстановления, осуществляемым многочисленными советами по климатическим действиям, например, Антарктическим климатическим договором, предпринимающим усилия по регенерации искусственных ледников на южном полюсе (Padmanaban & Holdren, 2079).

По сей день криосфера остается особенно чувствительной к потеплению и является важнейшим индикатором и регулятором климатической системы Земли. Последнее десятилетие стратосферных пролетных исследований показало восстановление объема льда в криосфере (Portho & Arivu, 2130). Несмотря на то, что удалось остановить сдвиги в сторону уменьшения общего объема льда за счет непреднамеренной смены старого льда на молодой, такие искусственные ледники все еще считаются фаустовской сделкой (Rogers et al., 2121). Таким образом, экспедиции по восстановлению климата в местах зарождения ледников в Арктике и Антарктике используют Рейнмейкеры для создания искусственных ледников. Однако они по-прежнему воспринимаются с большим скептицизмом и не считаются долгосрочным решением. Спустя почти столетие после начала этой работы, она все еще продолжается, чтобы спасти все, что осталось от ледниковых, арктических и антарктических ледниковых щитов, учитывая, что эти экосистемы могут иметь множество долгосрочных последствий, помимо их долгосрочного восстановления.

## 2.2 Породниться с бледно-голубой точкой

Глобальная борьба за восстановление целостности криосферы выявила масштаб нашего планетарного кризиса, связанного с установлением тепличного климата. За всю нашу эволюционную историю не существовало аналогов ситуации и, следовательно, опыта на который можно было опираться, чтобы противостоять этим вызовам и риском шестого массового вымирания (Ceballos et al., 2017). Общества должны были признать немислимое. Если есть хоть какая-то надежда на возрождение океанов, необходима программа возмещения ущерба, соответствующая колоссальному масштабу проблемы. В глобальном масштабе проекты “Blue Reparations” и полный отказ от инфраструктур, работающих на ископаемом топливе,

уже сделали промышленное рыболовство и траловый лов в открытом море нерентабельными. Учитывая уязвимость прибрежных поселений, промышленное морское рыболовство и зоны экономической добычи в открытом море были ликвидированы, освободив место для морского эквивалента зон климатической устойчивости (CRZ). Прибрежные сообщества возрождали морскую жизнь и океанские пастбища по собственному желанию, отвоевывая контроль над рыболовством у обширных промышленных владений и экономики войны (Rahman et al., 2096; UNCAC, 2043). То, что последовало за этим, свидетельствует о возрождении усилий общин, которые заложили основы устойчивости к изменению климата в 22-м веке.

Потеря многих надежных систем спутникового мониторинга, помогавших проводить зондирование и мониторинг, привела к тому, что все системы стали темными (Chakraborty et al., 2076). Без инфраструктуры геопространственного мониторинга защитники воды предков разработали другие средства для продолжения восстановления и возмещения ущерба планете. Эти альтернативные средства были основаны на создании “инстинктивной способности к негласным формам обучения, видения и действия” (Juma & Watene, 2041; Sarnai & Solongo, 2118). Таким образом, локализованные действия шли вперед, неотделимые от повседневной жизни, которая должна была понять и адаптироваться к этим меняющимся условиям - ведь не было ни мифического прошлого, к которому можно было бы вернуться, ни вымышленной природы, которую можно было бы воскресить. Ущерб, нанесенный морским экосистемам чрезмерным выловом рыбы, тралением и добычей ископаемых, был слишком значительным, не оставляя возможности для возвращения к первозданному состоянию в океане, который уже ушел вперед. При поддержке программ Blue Reparations сообщества вернулись на земли своих предков, восстанавливая и возвращая себе берега, разрушенные морем. Даже в крупных городских поселениях, таких как уязвимые прибрежные города Гонконг, Мумбаи, Нью-Йорк и Шанхай, климатические советы объединились для защиты своих берегов от ураганов и штормовых нагонов. Их намерения вылились в попытки вырастить морские естественные барьеры путем восстановления мангрово-коралловых экосистем в качестве дамб и штормовых волноломов.

Эти экологические морские дамбы представляли собой интегрированные зоны океанической пермакультуры, которые создали взаимоукрепляющий цикл сохранения, восстановления и рыболовства, основанный на знаниях местного коренного населения в сотрудничестве с морскими биологами и местными общественными организациями (Plouse & Wakkari, 2130; Vici et al., 2087). Эти дамбы доказали свою эффективность в рассеивании ураганов, сохранении

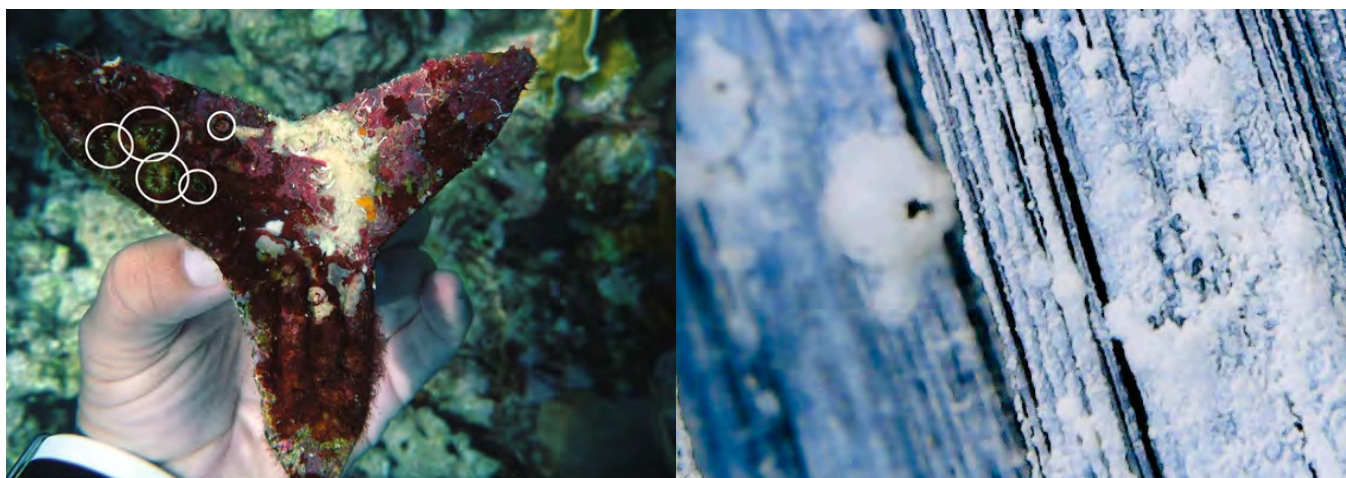


Рис 14 а) Коралловые Полипы, посаженные на тетраподные конструкции. Изображение (Chamberland et al., 2017). b) Биоуглеродистое волокно с микроагаонитовым композитом. Изображение (Suman & Monyeke, 2117).

и восстановлении морских экосистем, регенерирующих чрезмерно выловленные популяции рыб. Эти меры дополняли другие действия, направленные на предотвращение, сдерживание и ликвидацию незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла; поощрение управления рыболовством на основе экосистем; контроль и решение проблемы загрязнения пластиком в океанических гирях (Rahman et al., 2019). В 22 веке эти объекты стали новыми морскими центрами восстановления биоразнообразия и расширения связей между океаническими средами обитания. На практике эти практики окажутся в планетарном масштабе на территории в тысячи квадратных километров, взаимно усиливая друг друга, будучи одновременно адекватной защитой береговой линии и создавая новые зоны устойчивых климатических зон для морского биоразнообразия далеко в 22-м веке (UNCAS, 2129).

### 2.2.1 Проект по восстановлению электрических кораллов

Хотя методы восстановления кораллов изучались и предлагались в прошлом (Boström-Einarsson et al., 2020), успешными были те процессы, которые стратегически объединяли многочисленные усилия электрифицированных искусственных рифов и размножение кораллов методами бесполого и полового размножения (Suman & Monyeki, 2017). С развитием практики 3D-изготовления этих волокон, усилия по восстановлению подводных кораллов пошли по пути к созданию композитных углеродно-отрицательных минеральных аккреционных рифов. Для сбора коралловых гамет и создания композитных рифов из углеродного известняка требовались рекреационные рифовые дайверы и гражданские ученые. Коралловые гаметы собираются с определенных видов кораллов, скрещиваются с другими представителями того же вида автономно или вручную и выращиваются в питомниках для обеспечения наибольшей вероятности устойчивости к обесцвечиванию (Goreau, 2012; Vici et al., 2017). Коралловые полипы, собранные с различных видов кораллов, были помещены на известняковые структуры в форме тетраподов (Рисунок 14а) и смонтированы в искусственные композитные рифы (Chamberland et al., 2017; Suman & Monyeki, 2017). Эта технология полового размножения и минеральной аккреции ускорила регенерацию кораллов, восстановив их на новых местах обитания на морских стенах, интегрированных с мангровыми лесами (Suman & Monyeki, 2017).

Технология минеральной аккреции, или метод “био-скал”, открытый около двух столетий назад, стал прорывным методом для создания этих крупномасштабных искусственных коралловых дамб и восстановления коралловых экосистем, и даже, по сообщениям, вернул к жизни сильно эродированные пляжи (Goreau & Prong, 2017; Vici et al., 2017). В основе этих методов минеральной аккреции лежали рудиментарные аппараты электролиза морской воды, работающие при низком напряжении и слабом токе в течение десятилетий подряд. В методах минеральной аккреции использовалась катодная сетчатая структура из проводящих углеродных волокон для проведения слабого тока и низкого напряжения (около 1,5 В). Минерал арагонит осаждался на этих волокнистых подложках (Рисунок 14б) для получения высокопрочного углеродно-известнякового композита (Suman & Monyeki, 2017). Во многих случаях для создания искусственных рифов использовались списанные и ликвидированные инфраструктуры глубоководных нефтяных вышек. Их перемещали в конкретные морские районы и перепрофилировали в эти морские барьеры и платформы для восстановления кораллов, применяя технологию минеральной аккреции в глубоководных циркулирующих водах и питательных веществах из глубин (Suman & Monyeki, 2017). Электролитический процесс технологии аккреции минералов сыграл решающую роль для коралловых организмов в формировании их карбонатных панцирей без затрат избыточной энергии, которую они могли бы использовать для роста.

Медленный электролиз был выгоден для обеспечения стабильных условий роста кораллов. Система позволяла коралловым организмам контролировать химический состав кальцифицирующей жидкости (CF) в морской воде, улучшая биодоступность карбонатных ионов и растворенного неорганического углерода (DIC) для роста кораллов. Этот процесс усиливает насыщение



карбонатных ионов внутри CF, которое примерно в три-четыре раза больше, чем в окружающей морской воде (Kyriaku et al., 2089). По сути, это позволило ускорить производство скелетной структуры организма с локализованным контролем pH, учитывая кислотное состояние большей части окружающего закисленного океана и теплоемкость морской воды (Kyriaku et al., 2089). Эти методы показали возможность резкого восстановления коралловых рифов, даже внутри поврежденных экосистем (Goreau & Prong, 2017; Kyriaku et al., 2089).

Во многих регионах эти минеральные аккреционные структуры имеют характерный черный оттенок искусственных рифов. Искусственные рифовые структуры на основе органического углеродного волокна (рис. 12a) действуют как поглотители углерода с органическим углеродом, запертым в сложных тканых геометриях, напечатанных 3D на месте. Электрохимическое осаждение солей кальция и магния из моря помогло создать кристаллические арагонитовые структуры для создания субстрата для рифовых форм. Арагонит электрохимически осаждался на катоды, изготовленные из проводящих карбонизированных органических волокон (Halden, 2094; Hilbertz, 1979; Suman & Monyekei, 2117). Эти методы выращивания рифов применялись специалистами по охране природы на мелководье, которые исследовали и собирали гаметы кораллов в последних оставшихся местах обитания кораллов.

Специалисты по охране природы выращивали полипы в коралловых питомниках и пересаживали их на новые морские стены, выращивая мангрово-коралловые береговые линии в особых ураганоустойчивых формах (Ganguli & Nakamura, 2047). Переработанные нефтяные вышки были доставлены в места восстановления кораллов и “вплетены” с помощью электрифицированного волокна в кораллово-позитивные структуры, созданные для запуска систем минеральной аккреции. Эти рифовые структуры, сотканые из проводящих углеродных волокон, образовали самовосстанавливающиеся углеродно-арагонитовые структуры и сделали восстановленные коралловые экосистемы очень устойчивыми к закислению океана (Goreau, 2012; Kyriaku et al., 2089; Suman & Monyekei, 2117). На любом проводящем, некорродирующем материале можно построить известняковые структуры в любой форме при наличии подходящих условий, даже на площади в тысячи квадратных километров.

## 2.2.2 Черные коралловые болота Сундарбанов

Разнообразные культурные практики восстановления кораллов, знакомые нам сегодня, имеют различное происхождение. Они приняли уникальные культурные формы, став свидетелями появления множества новых культур вокруг программ восстановления и регенерации коралловых морских стен. Сегодня эти места, где сменяются поколения пионеров сохранения морской среды и культур, возродили и восстановили биоразнообразие путем объединения старых и новых методов, в рамках которых решаются вопросы климатической справедливости. Сегодня принято считать, что эти зоны регенерации мангровых и коралловых рифов являются местами для разворота и коррекции траекторий, по которым когда-то неизбежно двигались наши морские гидродинамические системы (Portho & Arivu, 2130). Глобальная стратегия смягчения последствий изменения климата и программы повышения устойчивости экосистем, осуществляемые по инициативе сообществ, дожили до 22-го века.

В болотах Сундарбанс эти культуры устойчивости и изобилия просочились в местный фольклор вокруг этих искусственных прибрежных рифов. Композитные рифы, на которых проводятся работы по восстановлению мангровых деревьев и кораллов, в народе называют черным кораллом или “Кало Пробал” на языке Бангла. Эти коралловые структуры, не путать с видами черных кораллов, названы так из-за черного цвета карбонизированных органических волокон, из которых сплетены углеродные композитные структуры рифов. Коралловые заросли вокруг Сундарбана далеко не первые, кто применил эту практику. Однако они прославились тем, что восстанавливали биоразнообразие этих прибрежных экосистем гораздо быстрее, чем где-либо еще в мире (Suman & Monyekei, 2117; Vici et al., 2087). Движения коралловой архитектуры



Рис 15 Kalo Probal: Ранний эксперимент с электрифицированными композитными рифами. Фестивали посева кораллов, популярные среди прибрежных сообществ, используют различные методы посева для восстановления экосистемы. Изображение Vici et al., (2087)

из Сундарбанса привели к появлению аналогичных методов для такой нечеловеческой архитектуры. Они являются выражением традиционной практики выращивания мангровых деревьев и коралловых рифов рядом с коралловыми питомниками и пересадки их на новые солончаки, которые помогают поддерживать спокойствие прибрежных вод (Halden, 2094). В 22 веке эти рифы превратились в коралловые дамбы, рост которых поразил даже их сторонников.

Прибрежные поселения решили воссоединиться со своей экосистемой и праздновать это в форме фестивалей. Такие мероприятия остаются неразрывно связанными с усилиями по восстановлению биоразнообразия даже после десятилетий непрерывной практики. Учитывая, насколько более хрупким и срочным было восстановление прибрежных сообществ, поддержка со стороны движений гражданских ученых была желанным изменением. Однако до программ “Голубое возмещение” регион пережил одни из самых тяжелых климатических и экологических катастроф, опустошенный штормовыми нагонами и ураганами, в результате которых миллионы людей были вынуждены покинуть свои дома в начале прошлого века. Таким образом, даже по мере предсказуемого усиления энергии ежегодных ураганов, когда штормы в регионе выходили на сушу, они встречали более устойчивые климатические инфраструктуры. Что резко изменилось, так это социальная экология ландшафта, поскольку всего за пару десятилетий в регионе синхронизировались культурные и технологические каскады, напрямую связывающие восстановление экосистемы и благополучие человека (Devassy & Cole, 2130).

Одна из этих потребностей заключалась в восстановлении экосистемы мангровых зарослей Сундарбанс после почти полного разрушения путем посадки естественно выросших морских

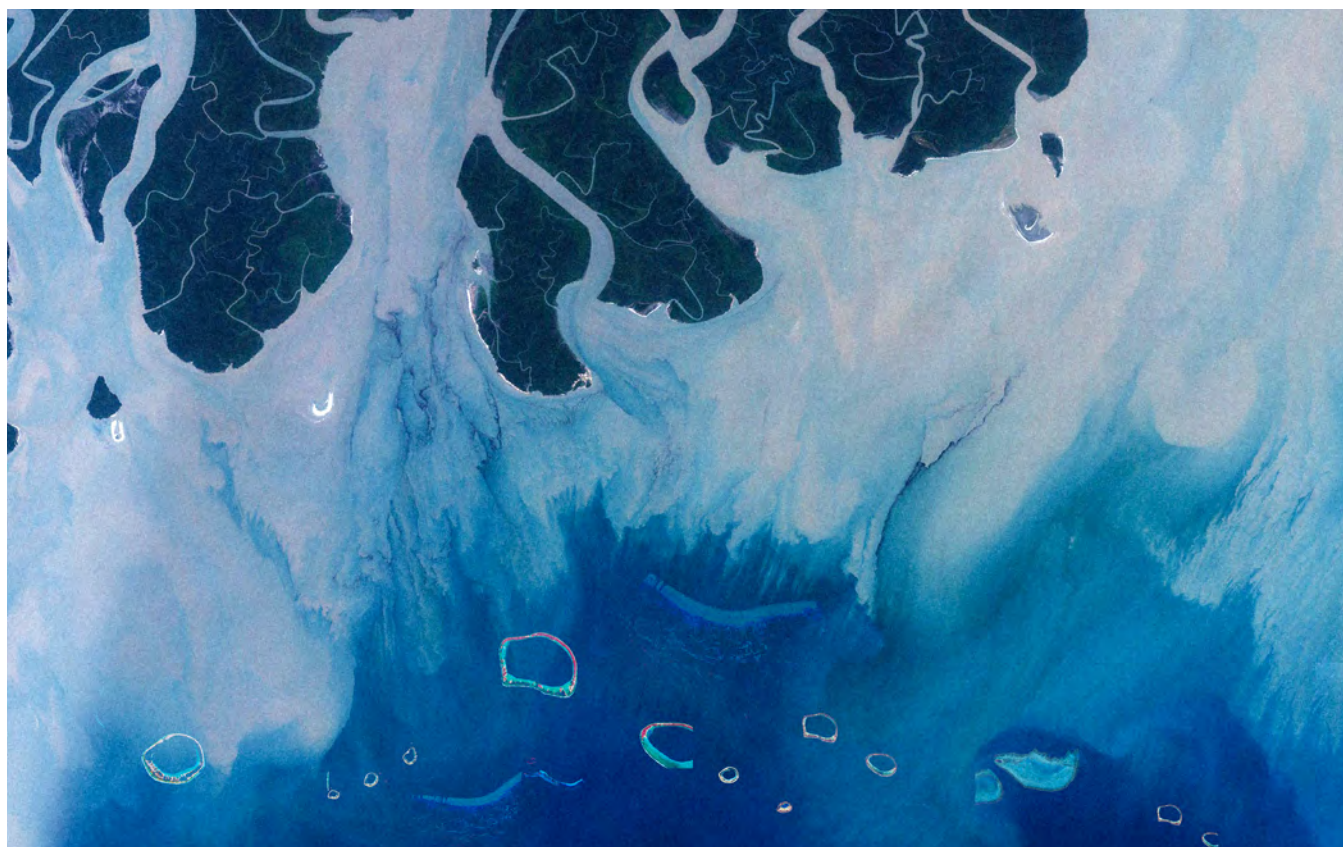


Рис 16 Современные составные мангрово-коралловые морские стены у побережья Сундарбанса, как видно из высокогорного климатического картирования. Данные ближнего инфракрасного диапазона наложены здесь, чтобы некоторые участки на рифах выделялись ярко-красным рельефом. Ближний инфракрасный диапазон лучше всего улавливает электромагнитную сигнатуру процветающей экосистемы. Изображение (UNCAC, 2126)

барьеров из мангровых зарослей и кораллов. Используемые инструменты были взяты из инфраструктур, работающих на ископаемом топливе, и приспособлены для этих целей, одновременно удовлетворяя основные человеческие потребности сообщества (Suman & Monyeki, 2117). Вскоре регион озарился новой культурной энергией, а формы технологического неповиновения ради устойчивости к изменению климата стали выражаться в виде социально и экологически ответственной технологии, основанной на самоопределении (Ogoza & Marchand-Zanartu, 2009; Yu & Pabst, 2051). Текстильные предприятия региона перепрофилировали свои методы производства под руководством общин, которые управляли этими учреждениями, переходя к новым экспериментам в области социально полезного производства. Аналогичные движения партизанского дизайна делились и записывали альтернативы открытых технологий для восстановления этих коралловых дамб. Этот журнал был популярен в этих сообществах благодаря публикации многих из их ранних планов (Ganguli & Nakamura, 2047). Учитывая серьезность климатической катастрофы здесь, появление практических способов выращивания таких коралловых дамб социально и экологически ответственными способами потребовало локального и институционального сотрудничества с местными сообществами, дизайнерами, архитекторами и экологами, которые пытались сформулировать технологический ренессанс сообществ, находящихся в авангарде и создающих новые социальные смыслы и идеи в то время (Ngata, 2076).

Сегодня местный фольклор говорит о возрождении черных кораллов и мангровых лесов. Истории рыбаков, борцов за сохранение кораллов и гражданских ученых, чья самоотверженность и усилия помогли заложить первое поколение мангрово-коралловых поясов в неблагоприятных условиях, продолжают оставаться в региональном фольклоре и сегодня. Прямая связь между восстановлением экосистемы и искусственными мангрово-коралловыми рифами привела к общему процветанию региона, кульминацией которого стала ежегодная традиция восстановления экосистемы и посева кораллов. Каждую весну в прибрежных городах и деревнях Сундарбана люди из всех слоев общества собираются вместе, чтобы отпраздновать традицию засева новых коралловых пятен и строительства коралловых стен (рис. 16). Такие праздники обеспечивают сохранение среды обитания рыб, восстанавливают местное биоразнообразие и создают возможности для долгосрочного возрождения и оживления жизни местных общин для населения прибрежных районов по всему миру. Эти коралловые экосистемы защищают городские и сельские прибрежные экосистемы от ураганов и штормовых нагонов, одновременно повышая уровень рыболовства и увеличивая средства к существованию уязвимых слоев населения на всем мировом побережье.

Эти черные коралловые дамбы (Рисунок 16) стали местами долгосрочного поглощения “голубого углерода”. Учитывая масштабы, эти практики напоминают Терра Прета в Амазонии (Halden, 2094). Почти век спустя восстановление и экспоненциальный рост этих барьеров из коралловых рифов привели к созданию эксклюзивных морских экологических коридоров. Благодаря немногим оставшимся спутникам на низкой околоземной орбите мы знаем, что это наиболее заметные искусственные подводные среды обитания питаемые с земной поверхности территории коренных народов (Portho & Arivu, 2130). Переход от промышленного рыболовства к местной практике рыболовства, основанной на пермакультуре, позволил вернуть виды рыб и еще больше ускорить восстановление экосистемы, достигнув новых положительных обратных связей с мангрово-коралловыми экосистемами, которые стали новыми местными заповедниками биоразнообразия (UNCAC, 2129). Сегодня эти места оздоровления, интегрированные в местные культуры на основе знаний коренных народов, обеспечивают глобальное восстановление, устойчивость и изобилие морских экосистем (Devassy & Cole, 2130). Благодаря восстановлению морских сред обитания и видов, тенденции ускорения потепления и подкисления океана демонстрируют последовательное замедление в течение первого десятилетия 22-го века, что примечательно, учитывая, что когда-то это было немислимо.

### 3. Обсуждение:

Наши предки, коренные защитники земли и воды, говорили о многовековой колонизации Земли. Для них это была “не темная глава в истории, а книга, которая постоянно писалась, где большая часть мира жила в чужой истории, ответственность и последствия которой были неизвестны тем, кто ее писал” (Juma & Watene, 2041). Этот признак самой мрачной главы в истории человечества, похоже, стерся из записей геологических ледяных кернов, обозначив свое присутствие самим отсутствием. 22-й век читается как другая книга, с обещанием суверенитета и устойчивости коренных народов, основанных на прогрессирующей гармонии с миром природы по мере того, как мы восстанавливаем связь с этим отчужденным, но пригодным для жизни миром. Такие метаморфозы происходят по всему миру и проникают в материальную и технологическую культуру как необходимые и социально полезные. Они ознаменовали значительные сдвиги в материальной культуре по всему миру, что привело к осознанному появлению симбиотических методов производства и практик сегодня. Более того, полная перестройка промышленного и сельскохозяйственного режимов во всем мире переориентировала социальную энергию на развитие врожденных творческих способностей для производства на месте общественно полезных товаров через гражданскую науку и движения за открытые технологии. Даже если снять розовые очки техно-оптимизма, нельзя отрицать, что открытые технологии и гражданская наука вновь оживили возможности технологической эксаптации.

Биоинерализаторы были одной из таких технологических эксаптаций, которые мы обсуждали и которые проявились в обществе открытых технологий. Симбиометаллургия и биоинерализация остаются единственными жизнеспособными средствами для биоаккумуляции и переработки многочисленных минеральных руд и радиоактивных элементов, необходимых для синдикатов медленного производства. Неудивительно, что они способствовали значительному снижению давления на природные экосистемы в результате эксплуатации. Сокращение давления цивилизации на эти экосистемы позволило им восстановить утраченные водно-болотные угодья и регенерировать подземные водоносные горизонты. Предотвращение загрязнения прибрежных экосистем далее по течению, радикальное сокращение гипоксических зон в море и дальнейшее обеспечение водной безопасности для миллионов сообществ, создавало огромные преимущества для здоровья населения. Эти экологические возможности были необходимы для создания инициатив по повышению устойчивости к изменению климата, таких как CRZ, и инициатив местного масштаба по сохранению биоразнообразия суши, регенеративных, агроэкологических сдвигов в области продовольствия, которые должны были привести к радикальным изменениям.

Трудно сказать, смогут ли океаны когда-либо по-настоящему восстановиться после многовековой эксплуатации, но новые исследования показывают, что восстановление мангрово-коралловых морских стен создало убежища для биоразнообразия морской жизни и обеспечило прибрежные сообщества средствами к существованию и устойчивостью к изменению климата. Хотя темпы регенерации во многих из этих регионов были поразительными, многое еще не сделано. Несмотря на то, что гималайские ледники демонстрируют признаки возвращения, нестабильность антарктических и арктических льдов по-прежнему вызывает беспокойство. Пока еще слишком рано говорить о том, смогут ли увенчаться успехом усилия по выращиванию искусственных ледников. Однако опасения по поводу таяния вечной мерзлоты, термохалинной циркуляции и гидрологических циклов остаются актуальными. Часто в исторической литературе принято связывать резкое восстановление пресноводных экосистем планеты с отказом ископаемого топлива. Хотя это и разумно, одновременное усиление этих действий способствовало обновлению общественных договоров и отделило понятие социального благополучия от экономического роста. Несмотря на некоторые опасения, кажется, что более благополучный мир все еще возможен. Предположим, когда-нибудь появится продолжение программ “Blue Reparations”. В таком случае, эта книга будет читаться как незаконченная, служащая свидетельством принятия на себя давно назревшей ответственности за восстановление нашего родства с жизненной силой этого первозданного “бульона жизни”, единственной голубой планеты в известной вселенной, которую мы можем назвать родной.

## Библиография (Гл. 3)

- Ahmed, N. (2020, September 14). British Military Prepares for Climate-Fueled Resource Shortages. *Vice*. <https://www.vice.com/en/article/ep4w5j/british-military-prepares-for-climate-fueled-resource-shortages>
- Alex, P., & Mehrawi, C. (2080). Beyond Market Economics: Human Welfare through Mutual Aid and Gifting Economies in Climate Resilience Zones. *Open Journal of Human Geography*, 78(3), 34–89.
- Anh, D. (2028). The Paradox of Under-developing Nations: Understanding Collapsing Social Indicators in Global North with Increasing Economic Growth. *Ecology and Society*, 33(4).
- Anwar, P., & Hoang, S. (2052). Bioremediation Techniques using Biomineralisers: Development of Biomining and Contaminated Freshwater Ecosystems. *Open Journal of Biotechnology*, 28(3), 72–103.
- Barrett, J., Chase, Z., Zhang, J., Holl, M. M. B., Willis, K., Williams, A., Hardesty, B. D., & Wilcox, C. (2020). Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.576170>
- Bernes, J. (2019, April 25). Between the Devil and the Green New Deal. *Commune*. <https://communemag.com/between-the-devil-and-the-green-new-deal/>
- Bhim, S., & Larsson, B. (2124). Biophilic Cultures: Indigenisation of the Material and Technological Arts. *Open Society of Naturalist Studies*, 50(12). <https://doi.org/10.9340/9841723.2124.6452438>
- Blankespoor, B., Dasgupta, S., & Lange, G.-M. (2017). Mangroves as a protection from storm surges in a changing climate. *Ambio*, 46(4), 478–491. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0838-x>
- Bolch, T., Shea, J. M., Liu, S., Azam, F. M., Gao, Y., Gruber, S., Immerzeel, W. W., Kulkarni, A., Li, H., Tahir, A. A., Zhang, G., & Zhang, Y. (2019). Status and Change of the Cryosphere in the Extended Hindu Kush Himalaya Region. In P. Wester, A. Mishra, A. Mukherji, & A. B. Shrestha (Eds.), *The Hindu Kush Himalaya Assessment: Mountains, Climate Change, Sustainability and People* (pp. 209–255). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1_7)
- Boström-Einarsson, L., Babcock, R. C., Bayraktarov, E., Ceccarelli, D., Cook, N., Ferse, S. C. A., Hancock, B., Harrison, P., Hein, M., Shaver, E., Smith, A., Suggett, D., Stewart-Sinclair, P. J., Vardi, T., & McLeod, I. M. (2020). Coral restoration – A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. *PLOS ONE*, 15(1), e0226631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631>
- Botterell, Z. L. R., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R. C., & Lindeque, P. K. (2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245, 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.065>
- Boycott-Owen, M. (2019, November 18). Lakes are a climate change “ticking time bomb”, warn scientists. *The Telegraph*. <https://www.telegraph.co.uk/news/2019/11/18/lakes-climate-change-ticking-time-bomb-warn-scientists/>
- Brisson, V. L., Zhuang, W.-Q., & Alvarez-Cohen, L. (2016). Bioleaching of rare earth elements from monazite sand. *Biotechnology and Bioengineering*, 113(2), 339–348. <https://doi.org/10.1002/bit.25823>
- Carleton, T. A. (2017). Crop-damaging temperatures increase suicide rates in India. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(33), 8746–8751. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701354114>
- Carrington, D. (2019a, January 7). Global warming of oceans equivalent to an atomic bomb per second. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/07/global-warming-of-oceans-equivalent-to-an-atomic-bomb-per-second>
- Carrington, D. (2019b, June 25). ‘Climate apartheid’: UN expert says human rights may not survive. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/environment/2019/jun/25/climate-apartheid-united-nations-expert-says-human-rights-may-not-survive-crisis>
- Carrington, D. (2020, August 17). Microplastic particles now discoverable in human organs. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2020/aug/17/microplastic-particles-discovered-in-human-organs>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- Chakraborty, D., Al-Rawi, F., Long, Z., & Richardson, P. (2076). The Kessler Event: Possible Implications for Low Earth Orbit and beyond. *International Journal of Orbital Mechanics*, 47(12). <https://doi.org/10.2340/2346753.2076.4222432>
- Chamberland, V. F., Petersen, D., Guest, J. R., Petersen, U., Brittsan, M., & Vermeij, M. J. A. (2017). New Seeding Approach Reduces Costs and Time to Outplant Sexually Propagated Corals for Reef Restoration. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17555-z>
- Chen, L. (2031). The Slow Fabrication Movement: New Perspectives on Technological Progress. *The Journal of Socially Useful Production*, 3(6). <https://doi.org/10.8423/JSUPRDN.9264-43.2031>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Chihiro, E., Rocha, E., & Baldwin, R. (2123). Bioaccumulation and Neutralisation of Radionuclides within Nuclear contamination sites: The Case of Fukushima. *Open Journal of Biotechnology*, 99(6), 29–53.
- Chin, W. (2019). Technology, war and the state: Past, present and future. *International Affairs*, 95(4), 765–783. <https://doi.org/10.1093/ia/iiz106>
- Colins, N., & Ariel, Y. (2062). Combining citizen science bioremediation practises of stable isotopes reveals new metallurgical fabrication possibilities for ultra-high purity of bioleached rare earth concentrates. *Journal of Applied Ecology*, 99(6), 29–53.
- Comeau, S., Cornwall, C. E., DeCarlo, T. M., Doo, S. S., Carpenter, R. C., & McCulloch, M. T. (2019). Resistance to ocean acidification in coral reef taxa is not gained by acclimatization. *Nature Climate Change*, 9(6), 477–483. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0486-9>
- Contreras, S., Pieber, M., & Tohá, J. (1981). Purification of wastewater by electrolysis. *Biotechnology and Bioengineering*, 23(8), 1881–1887. <https://doi.org/10.1002/bit.260230814>
- Coote, A. (2021). Universal Basic Services and Sustainable Consumption. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1), 32–46. <https://doi.org/10.1080/15487733.2020.1843854>
- Cornwall, C. E., Comeau, S., Kornder, N. A., Perry, C. T., Hooideonk, R. van, DeCarlo, T. M., Pratchett, M. S., Anderson, K. D., Browne, N., Carpenter, R., Diaz-Pulido, G., D’Olivo, J. P., Doo, S. S., Figueiredo, J., Fortunato, S. A. V., Kennedy, E., Lantz, C. A., McCulloch, M. T., González-Rivero, M., ... Lowe, R. J. (2021). Global declines in coral reef calcium carbonate production under ocean acidification and warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21). <https://doi.org/10.1073/pnas.2015265118>
- Crowley, K., & Rathi, A. (2020, October 5). Exxon’s Plan for Surging Carbon Emissions Revealed in Leaked Documents. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-05/exxon-carbon-emissions-and-climate-leaked-plans-reveal-rising-co2-output>
- D’Angelo, S., & Meccariello, R. (2021). Microplastics: A Threat for Male Fertility. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph18052392>

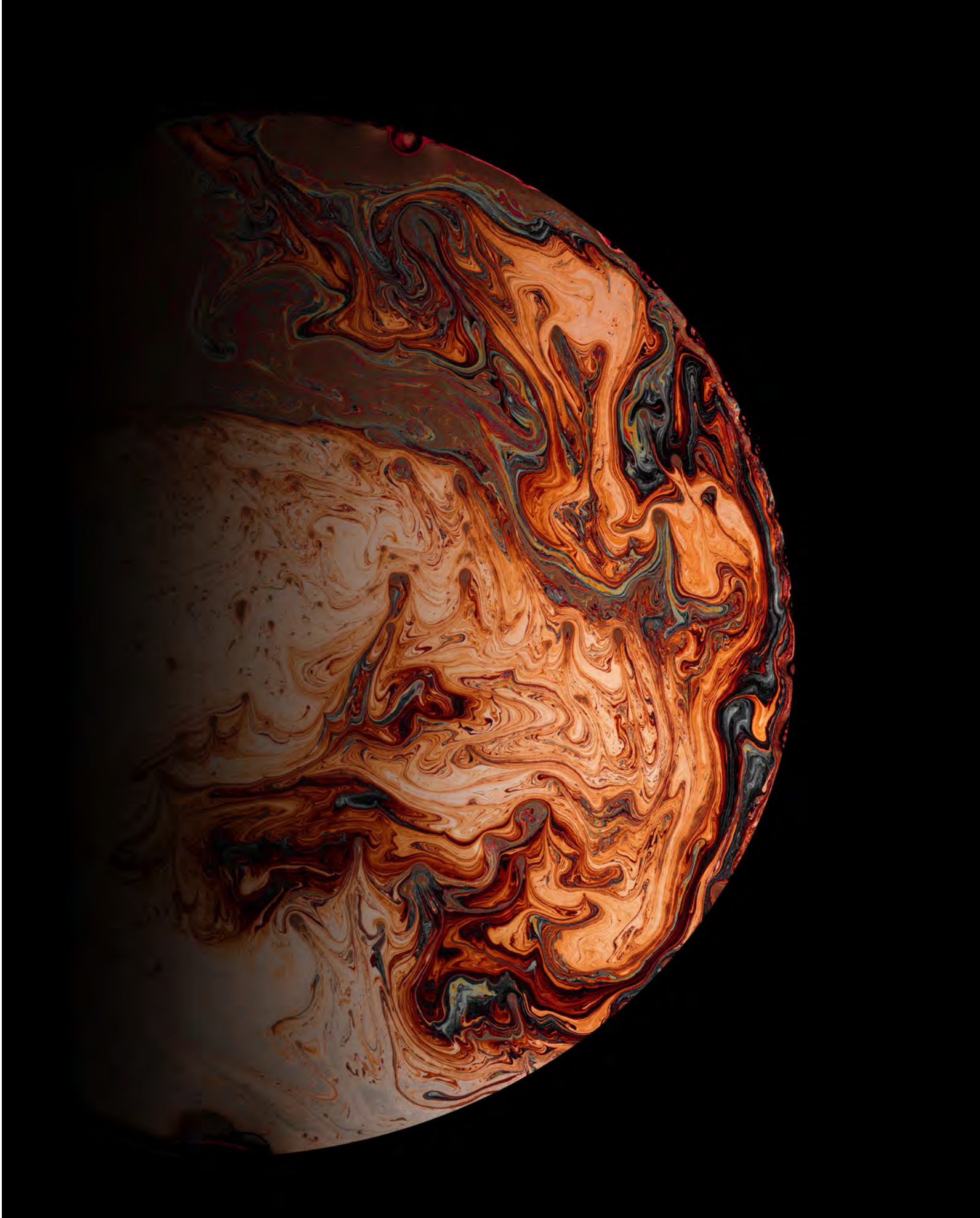
- Dansgaard, W. (1985). Greenland ice core studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 50(1), 185–187. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(85\)80012-2](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(85)80012-2)
- Devassy, Z., & Cole, L. (2130). Rethinking Human Progress: Mapping Social Indicators of Liberty, Social Cohesion and Global Happiness Indices 2125-2130. *Open Journal of Human Geography*, 128(1), 120–147.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Watson, R., Baste, I., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., ... Vilá, B. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services – unedited advance version. 39.
- Dirik, D., & Chen, A. (2029). *Global Climate Assemblies: A Comprehensive Guide to People’s Governance for Climate Justice*. UN Climate Action Commission.
- Divya A. (2020, August 14). Ice stupas help ghost villages of Ladakh become habitable again. *The Indian Express*. <https://indianexpress.com/article/india/ice-stupas-help-ghost-villages-of-ladakh-become-habitable-again-6554438/>
- Doon, R. (2035). *Carbon and Its Malcontents: Reparations for capital gains from fossil extractivism*. Red House.
- Dunn, K. (2019, October 18). Norway Is Set To Drill More Than Ever Before. *Fortune*. <https://fortune.com/2019/10/18/norway-drilling-climate-oil-and-gas/>
- Engel, C. (2019, July 22). Scientists Unveil Memorial To Iceland’s “First” Dead Glacier | *Time*. <https://time.com/5631599/iceland-glacier-climate-change/>
- Fabre, M. (2032). On the Abolition of Bullshit Industries. *International Journal of Care Work*, 7(8), 20–39. <https://doi.org/10.1180/2307753.2032.1388432>
- Forbes, J. D. (2010). *Columbus and Other Cannibals: The Wetiko Disease of Exploitation, Imperialism and Terrorism*. In *Columbus and Other Cannibals*. Seven Stories Press.
- Fountain, H. (2020, December 8). Arctic’s Shift to a Warmer Climate Is ‘Well Underway, Scientists Warn—The New York Times. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/12/08/climate/arctic-climate-change.html>
- Gadgil, M., & Guha, R. (1994). Ecological Conflicts and the Environmental Movement in India. *Development and Change*, 25(1), 101–136. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.1994.tb00511.x>
- Ganguli, P., & Nakamura, S. (2047). The Case for Carbon Negative Electrolytic Reefs: Designing Composite Reefs as Wave breakers and Zones Exclusive to Marine Biodiversity. *The Open Journal of ReFuturing*, 16(4).
- García-Olivares, A., & Solé, J. (2015). End of growth and the structural instability of capitalism—From capitalism to a Symbiotic Economy. *Futures*, 68, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.09.004>
- Gautam, N., Rozario, L., & Jagmohan, S. (2053). Rainmakers: Harvesting Atmospheric Rivers for Freshwater Aquifer Regeneration. *The Open Journal of ReFuturing*, 22(3).
- Gilbert, E., & Kittel, C. (2021). Surface Melt and Runoff on Antarctic Ice Shelves at 1.5°C, 2°C, and 4°C of Future Warming. *Geophysical Research Letters*, 48(8). <https://doi.org/10.1029/2020GL091733>
- Gimeno, L., Nieto, R., Vázquez, M., & Lavers, D. A. (2014). Atmospheric rivers: A mini-review. *Frontiers in Earth Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00002>
- Goldman, F. (2064). Revisiting Climate Resilient Zones: Developments in Global Climate Action and their Outcomes. *Open Journal of Ecosystem Regeneration*, 29(6).
- Goreau, T. J. F. (2012). Marine Electrolysis for Building Materials and Environmental Restoration. *Electrolysis*. <https://doi.org/10.5772/48783>
- Goreau, T. J. F., & Prong, P. (2017). Biorock Electric Reefs Grow Back Severely Eroded Beaches in Months. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4), 48. <https://doi.org/10.3390/jmse5040048>
- Gough, I. (2019). Universal Basic Services: A Theoretical and Moral Framework. *The Political Quarterly*, 90(3), 534–542. <https://doi.org/10.1111/1467-923X.12706>
- Greenwood, V. (2015, February 11). To Save Coral Reefs, First Save the Mangroves. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/news/2015/2/150210-mangrove-protect-coral-bleaching-science/>
- Halden, O. (2094). Blue Carbon Sinks: Black Coral levees of the Sundarbans and Terra Preta in the Amazonas. *Journal of Applied Ecology*, 131(6).
- Hampton, M., & Kuruvila, C. (2092). *The Pluriverse: Rainbow Intersectionality beyond a Counterhegemonic Practise*. EZLN.
- Hernandez, A., Wajid, K., Krishnamoorthy, E., Ma, N., & Sankara, N. (2062). Agroecological Agriculture in Climate Resilience Zones (CRZ) and their impact on River Water Chemistry. *Journal of Applied Ecology*, 99(6), 29–53.
- Hilbertz, W. (1979). Electrodeposition of minerals in sea water: Experiments and applications. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 4(3), 94–113. <https://doi.org/10.1109/JOE.1979.1145428>
- ICC. (2039). Final Assessment Report to the United Nations Global Climate Assembly on the “Fossil Fascism Complex” and its Crimes Against Humanity: The Donziger Commission (p. 5000) [Summary Report]. International Criminal Court.
- IPCC. (2028). Limiting Global warming to 2°C. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/report/sr18/>
- Jansen, E., Christensen, J. H., Dokken, T., Nisancioglu, K. H., Vinther, B. M., Capron, E., Guo, C., Jensen, M. F., Langen, P. L., Pedersen, R. A., Yang, S., Bentsen, M., Kjær, H. A., Sadatzki, H., Sessford, E., & Stendel, M. (2020). Past perspectives on the present era of abrupt Arctic climate change. *Nature Climate Change*, 10(8), 714–721. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0860-7>
- Joselow, M. (2021, May 27). Court Orders Shell to Slash Emissions in Historic Ruling. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/court-orders-shell-to-slash-emissions-in-historic-ruling/>
- Juma, A., & Watene, A. (2041). *Defend the Land and Water: The Struggle for Indigenous Sovereignty and Autonomy*. Magabala.
- Keyßer, L. T., & Lenzen, M. (2021). 1.5 °C degrowth scenarios suggest the need for new mitigation pathways. *Nature Communications*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22884-9>
- Khan, I., & Shah, R. (2127). *Collected Works of Symbiotic Fabrication Technologies: Asia Archive Edition*. Open Tech Society, Ahmedabad.
- Kraemer, B. M., Pilla, R. M., Woolway, R. I., Anneville, O., Ban, S., Colom-Montero, W., Devlin, S. P., Dokulil, M. T., Gaiser, E. E., Hambright, K. D., Hessen, D. O., Higgins, S. N., Jöhnk, K. D., Keller, W., Knoll, L. B., Leavitt, P. R., Lepori, F., Luger, M. S., Maberly, S. C., ... Adrian, R. (2021). Climate change drives widespread shifts in lake thermal habitat. *Nature Climate Change*, 11(6), 521–529. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01060-3>
- Krets, M. (2048). *Technological Emergence and Exaptation: From Intellectual Property to Collective Knowledge*. Open Tech Society.
- Kyriaku, F., DiMarco, A., Noor, P., & Bonaccorso, N. (2089). Acclimatization of Marine Biota under Ocean Acidification Conditions and Other Interventions. *Nature Climate Change*, 79(6). <https://doi.org/10.2338/s48958-089-6496-79>
- Lai, X. (2056). *The Point Is To Have Fun: Long Term Sustainability and Social Playfulness*. Digua Research Wing.
- Mallett, R. D. C., Stroeve, J. C., Tsamados, M., Landy, J. C., Willatt, R., Nandan, V., & Liston, G. E. (2021). Faster decline and higher variability in the sea ice thickness of the marginal Arctic seas when accounting for dynamic snow cover. *The Cryosphere*, 15(5), 2429–2450. <https://doi.org/10.5194/tc-15-2429-2021>

- Masters, J. (2019, December 9). Newly Identified Jet-Stream Pattern Could Imperil Global Food Supplies. *Scientific American*. <https://blogs.scientificamerican.com/eye-of-the-storm/newly-identified-jet-stream-pattern-could-imperil-global-food-supplies/>
- McCarthy, R. (2020, November 8). Deep Sea Rush. *The Baffler*. <https://thebaffler.com/salvos/deep-sea-rush-mccarthy>
- Min, K., & Devi, L. (2052). The Economics of Soil Nutrition: A study on Anthropocentric value extractivism of soil resources. *Institute of Ecological Economics*.
- Mirza, K. (2067). *Climate Action: Gendered Justice, Liberation and Care*. Open Anthropological Society, Tehran.
- Natali, S. M., Holdren, J. P., Rogers, B. M., Treharne, R., Duffy, P. B., Pomerance, R., & MacDonald, E. (2021). Permafrost carbon feedbacks threaten global climate goals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21). <https://doi.org/10.1073/pnas.2100163118>
- Ngata, K. (2076). *ReImagining Socially Useful Production: Alternatives in the Making (Centenary edition)*. International Society for Socially Useful Production.
- NOAA. (2020, April). Ocean acidification. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>
- Noble, D. F. (1977). *America by design: Science, technology, and the rise of corporate capitalism*. Alfred A. Knopf.
- Oroza, E., & Marchand-Zanartu, N. (2009). Rikimbili: Une étude sur la désobéissance technologique et quelques formes de réinvention.
- Padmanaban, T., & Holdren, T. (2079). Antarctic Climate Treaty: How little is too late? *The Cryosphere*, 63(1).
- Pearce, F. (2021, February 3). Water Warning: The Looming Threat of the World's Aging Dams. *Yale E360*. <https://e360.yale.edu/features/water-warning-the-looming-threat-of-the-worlds-aging-dams>
- Penney, V. (2020, November 10). 5 Things We Know About Climate Change and Hurricanes. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/11/10/climate/climate-change-hurricanes.html>
- Pennisi, E. (2017, March 9). Meet the obscure microbe that influences climate, ocean ecosystems, and perhaps even evolution. *Science | AAAS*. <https://www.sciencemag.org/news/2017/03/meet-obscure-microbe-influences-climate-ocean-ecosystems-and-perhaps-even-evolution>
- Ponkh, L. (2031). Conditions of Social Collapse and Nurturing Societies of Care: A review. *Journal of Social Care*, 2(4).
- Portho, T., & Arivu, L. (2130). GPK1 Mapping Mission: Suborbital Survey Dataset of Climate Indicators and Datasets (JAN 2124-DEC 2129) (p. 98). People's Climate Action Coalition.
- Qu, Y., Li, H., Wang, X., Tian, W., Shi, B., Yao, M., & Zhang, Y. (2019). Bioleaching of Major, Rare Earth, and Radioactive Elements from Red Mud by using Indigenous Chemoheterotrophic Bacterium *Acetobacter* sp. *Minerals*, 9(2), 67. <https://doi.org/10.3390/min9020067>
- Raabi, Q., Lundkvist, R., Vaidya, W., & Shah, E. (2073). Ecosystem Dynamics of a Hothouse Earth. *Journal of Climate Dynamics*, 45(6). <https://doi.org/10.2923/JCDNM.2434-83.2073>
- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International*, 146, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- Rahman, F., Sen, O., & Palit, N. (2096). A People's Report and Impact Analysis of the Blue Reparations Project (2044-2094). People's Climate Action Coalition.
- Resnick, B. (2017, December 12). We're witnessing the fastest decline in Arctic sea ice in at least 1,500 years. *Vox*. <https://www.vox.com/energy-and-environment/2017/12/12/16767152/arctic-sea-ice-extent-chart>
- Rogers, E., Salim, G., Lawrence, A., Tosh, F., & Varkey, Y. (2121). Impact of Artificial Ice Stupa Glaciers on water vapor diffusion and latent heat on the effective thermal conductivity of snow in the Arctic and Antarctic Ice Caps. *The Cryosphere*, 115(6), 2739–2755.
- Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., Cheung, W., Costello, C., Ferretti, F., Friedlander, A. M., Gaines, S. D., Garilao, C., Goodell, W., Halpern, B. S., Hinson, A., Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Leprieur, F., McGowan, J., ... Lubchenco, J. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592(7854), 397–402. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>
- Samy, E. (2129). Out of Sight Out of Mind: Legacy Fossil Fuel Infrastructures in the 21st Century. *Open Journal of Ecology*, 91(8).
- Sarnai & Solongo. (2118). Everything was Forever until There was Nothing: Hypernormalisation in the times of Ecocide. *Open Anthropological Society, Darkhan*.
- Sato, G., Fisseha, A., Gebrekiros, S., Karim, H. A., Negassi, S., Fischer, M., Yemane, E., Teclamarium, J., & Riley, R. (2005). A novel approach to growing mangroves on the coastal mud flats of Eritrea with the potential for relieving regional poverty and hunger. *Wetlands*, 25(3), 776–779. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2005\)025\[0776:ANATGM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2005)025[0776:ANATGM]2.0.CO;2)
- Schneider, T., Kaul, C. M., & Pressel, K. G. (2019). Possible climate transitions from breakup of stratospheric decks under greenhouse warming. *Nature Geoscience*, 12(3), 163–167. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0310-1>
- Scott, C. A., Zhang, F., Mukherji, A., Immerzeel, W., Mustafa, D., & Bharati, L. (2019). Water in the Hindu Kush Himalaya. In P. Wester, A. Mishra, A. Mukherji, & A. B. Shrestha (Eds.), *The Hindu Kush Himalaya Assessment: Mountains, Climate Change, Sustainability and People* (pp. 257–299). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92288-1_8)
- Silvestri, S., & Kershaw, F. (2010). Framing the Flow: Innovative Approaches to Understand, Protect, and Value Ecosystem Services Across Linked Habitats [Text]. UNT Digital Library; UNEP World Conservation Monitoring Centre. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc28503/>
- Sjåfjell, B., & Halvorsen, A. M. (2016). The Legal Status of Oil and Gas Exploitation in the Arctic: The Case of Norway (SSRN Scholarly Paper ID 2636542). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=2636542>
- Smith, E. (2018, May 24). Climate change may lead to bigger atmospheric rivers. *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. <https://climate.nasa.gov/news/2740/climate-change-may-lead-to-bigger-atmospheric-rivers>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Suman, E., & Monyeki, B. (2117). Slow Architecture and Coral Sea Walls: Testing the limits of Mineral Accretion, Mangrove-Coral Nurseries and Electric Reefs for Coastline Communities. *Open Tech Society, Sundarbans*.
- Tartakovskiy, B., Mehta, P., Bourque, J.-S., & Guioit, S. R. (2011). Electrolysis-enhanced anaerobic digestion of wastewater. *Bioresource Technology*, 102(10), 5685–5691. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.02.097>
- Thirumalai, W., & Halden, O. (2087). War and Peace: A People's History of the Military Industrial Complex and It's role in creating High Tech Consumer Cultures. *Open Tech Society, Paris*.
- Thompson, A. (2018, September 4). From Fish to Humans, A Microplastic Invasion



- May Be Taking a Toll. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/from-fish-to-humans-a-microplastic-invasion-may-be-taking-a-toll/>
- Thompson, V. S., Gupta, M., Jin, H., Vahidi, E., Yim, M., Jindra, M. A., Nguyen, V., Fujita, Y., Sutherland, J. W., Jiao, Y., & Reed, D. W. (2018). Techno-economic and Life Cycle Analysis for Bioleaching Rare-Earth Elements from Waste Materials. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(2), 1602–1609. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02771>
- Tlouse, R., & Wakkari, T. (2130). Synchronization and Social Change: A People's History of Social Dissonance of Development. *Open Journal of Social Ecology*, 100(2).
- Tosh, F., & Varkey, Y. (2110). Dodging the Permafrost “Carbon Bomb”: The Curious Case of Permafrost Emissions and How the World may have averted a guaranteed extinction event. *The Cryosphere*, 104(1), 110–136.
- Ubumwe, K. (2114). Centuries of Fossil Guilt: Taking stock of the catastrophic cost to human society from fossil fuel infrastructures. *International Journal of Ecological Economics*, 95(4), 230–267. <https://doi.org/10.1080/13563467.2114.1598964>
- UNCAC. (2043). Global Reparations for Genocide of Indigenous Peoples and Erasure of Indigenous Cultures (p. 211). UN Climate Action Commission.
- UNCAC. (2044). The Blue Reparations Directive: Summary Report on International Mobilisation Program for Water Defence and Regeneration (p. 320). UN Climate Action Commission.
- UNCAC. (2056). Declaration of Right To Personhood for Ecosystems (p. 211). UN Climate Action Commission.
- UNCAC. (2129). Preliminary Status Report on the Biodiversity Regeneration programs for Marine Ecosystem Services (p. 204). UN Climate Action Commission.
- Vahidi, L., Arenas-Vargas, B., & Gaard, M. (2118). Symbiometallurgy: A Technological Review. *Open Journal of Biotechnology*, 94(6), 89–109.
- Vici, N., Aslan, Y., Umu, W., Ødemark, N., & Oden, N. (2087). Symbiotically Fabricated Coral Reefs and their Ecosystem Resilience to Global Bleaching Events. *Journal of Applied Ecology*, 124(6).
- Wadhams, P. (2017). *A farewell to ice: A report from the Arctic*. Oxford University Press.
- Watts, J. (2020, October 27). “Sleeping giant” Arctic methane deposits starting to release, scientists find. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/science/2020/oct/27/sleeping-giant-arctic-methane-deposits-starting-to-release-scientists-find>
- Wehi, P. M., van Uitregt, V., Scott, N. J., Gillies, T., Beckwith, J., Rodgers, R. P., & Watene, K. (2021). Transforming Antarctic management and policy with an Indigenous Māori lens. *Nature Ecology & Evolution*, 1–5. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01466-4>
- Wheeling, K. (2019, July 13). Major cities in India are starting to run out of water. <https://theweek.com/articles/850956/major-cities-india-are-starting-run-water>
- Wolchover, N. (2019, February 25). A World Without Clouds. *Quanta Magazine*. <https://www.quantamagazine.org/cloud-loss-could-add-8-degrees-to-global-warming-20190225/>
- Xia, R. (2020, October 25). How the waters off Catalina became a DDT dumping ground. *Los Angeles Times*. <https://www.latimes.com/projects/la-coast-ddt-dumping-ground/>
- Yong, E. (2021, November 3). The Enormous Hole That Whaling Left Behind. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/science/archive/2021/11/whaling-whales-food-krill-iron/620604/>
- York, R. (2017). Why Petroleum Did Not Save the Whales. *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 3, 1–13. <https://doi.org/10.1177/2378023117739217>
- Yu, Z., & Pabst, Å. (2051). Tangible Archetypes for Technological Disobedience: Designing Tangible Interventions for Climate Reparations. *The Open Journal of ReFuturing*, 20(5).
- Zaidi, D. (2056, June 12). Playing with Fire: Are Rainmakers a Geo-Engineering project in the Making? *The Hindu*.
- Zanna, L., Khatiwala, S., Gregory, J. M., Ison, J., & Heimbach, P. (2019). Global reconstruction of historical ocean heat storage and transport. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(4), 1126–1131. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808838115>
- Zenlin, P. (2109). *The Masisi: Chronicles of Kinship and Radioactive Symbiosis* (Vol. 7). Open Anthropological Society, Stockholm.
- Zerrano, P. (2036). Comparative Assessment of Global Social Indicators and Global Happiness Indices: 2031-2036. *Open Journal of Human Geography*, 33(4), 23–65.





**“Строго экстраполяционные произведения научной фантастики обычно приходят примерно туда же, куда и Римский клуб: где-то между постепенным исчезновением человеческой свободы и полным исчезновением земной жизни.”**

– Ursula le Guin, Введение в “Левая Рука Тьмы” (1976)

**“Апокалиптическая идеализация - это самоисполняющееся пророчество. Это линейный мир, заканчивающийся изнутри. Апокалиптическая логика существует внутри духовной, ментальной и эмоциональной мертвой зоны, которая также поедает саму себя. Это мертвые, восставшие, чтобы поглотить все живое.”**

– Jack Forbes, “Колумб и Иные Каннибалы” (2008)

## 4. Послесловие

Эта публикация и связанные с ней артефакты являются фрагментами “дизайн-фикшн”. Хотя можно ошибочно принять ее за научную фантастику, с точки зрения дизайнера это экспериментальное начинание. Это частично дизайн-фикшн (Bleeker, 2009), частично вымышленная исследовательская работа (Lindley & Coulton, 2016), частично обзор литературы и спроектированный артефакт из справедливого будущего. Этот исследовательский артефакт является результатом докторского проекта “Исследование через/посредством дизайна” под названием “Артефакты из плюриверса: проектирование для долгосрочной устойчивости”. Хотя это может показаться научной фантастикой, это не так. Написанная до 2020-21 годов, когда глобальная пандемия COVID-19 все еще бушевала, все ссылки до 2021 года в этой проектной фантастике основаны на всестороннем обсуждении рецензируемых публикаций по различным рассматриваемым темам. В конечном счете, глобальные климатические действия, которые следуют после 2022 года, являются спекулятивными, беллетризированными отчетами о глобальных климатических действиях. Хотя эти ссылки могут быть вымышленными, они были разработаны с тщательным обдумыванием и осторожностью. Этот дизайн-фикшн направлен на то, чтобы рассмотреть возможности и шансы общественных преобразований в направлении климатических действий, которые могут быть доступны для реализации долгосрочного устойчивого будущего по мере того, как мы движемся к нашему неопределенному климатическому будущему.

В первой половине каждой главы исследуется наследие бездействия в области климата в виде сжатого обзора литературы, в котором обсуждаются разрозненные истории о непройденных путях и невоспитанных чувствах. Этот шаг был сделан для того, чтобы понять, почему, несмотря на огромное количество научных трудов и знаний о чрезвычайности кризиса, более глубокое понимание климатических действий все еще кажется уклончивым, в то время как глубокое чувство климатической безысходности стало нормой. Поэтому, даже несмотря на то, что в атмосферу сознательно выбрасывается больше углерода, чем когда-либо выбрасывалось по незнанию (Wallace-Wells, 2019), базовые показатели для климатических действий постоянно меняются (Jackson et al., 2011). Казалось бы, знание само по себе “не является дорогой, ведущей к пониманию, потому что порт понимания находится на другом берегу” и требует “другой навигации” (Max-Neef, 2009). Исследовательская группа ReFuturing Studio в АНО сосредоточилась на попытке такого “иного плавания”, основываясь на этой позиции. Именно возможности и вызовы этой новой навигации лежат в основе данной публикации.

Взгляды, на которых основывается данный исследовательский проект, сознательно контрастируют с многочисленными антиутопическими климатическими образами, которые тяготеют к “предупреждению о грядущих событиях”, о будущем, в котором никто из нас не хотел бы жить (Topkinwise, 2014). Несмотря на однозначный вывод о нашем климатическом будущем, эти тенденции к созданию климатического отчаяния, похоже, больше соответствуют тщательно продуманным выражениям климатического отрицания, которые продолжают глубоко укореняться в нашем общественном воображении (Klein, 2014). По мере развития глав, они формулируют возможности, которые могут быть доступны нам - “дизайнерское” агентство за пределами климатического отчаяния, которое может быть реализовано вне системных ограничений нашей нынешней парадигмы. Возможно, еще возможно осознать и решить порочность такого экзистенциального затруднения. Более того, поскольку невозможно доказать и предсказать это будущее, данный дизайн-фикшн не ставит перед собой задачу подробно описать все его особенности.

Этот дизайн-фикшн предполагает, что в наступающем столетии мир потеплеет на 2°C-2,5°C; в последнем докладе IPCC эта цифра указана в качестве промежуточной траектории тенденций потепления к 2100 году. Потепление на 1,5°C уже является катастрофой, а потепление на 2°C уже

может привести к возникновению контуров обратной связи, не поддающихся нашему контролю. 2°C - это гарантированный смертный приговор для миллионов людей. Поэтому ограничение выбросов должно действовать так, как если бы целью было 1,5°C, а не 2°C, что предлагается в качестве более “умеренной” цели. Преодоление рубежа в 1,5°C означает нечто большее. За ним скрываются еще неизвестные угрозы и сложное переплетение климатического и экологического кризисов - деградация биоразнообразия и экосистемных услуг, упадок сельского хозяйства, гибель фермеров, социально-экономическое неравенство, голод, социальная справедливость, долгосрочная устойчивость, шестое массовое вымирание и хорошее качество жизни (Díaz et al., 2019). Независимо от того, являются ли эти изменения результатом замысла или ошибки, этот вопрос остается актуальным для благополучия человека и планеты независимо от того, какие пороги мы преодолеем в этом столетии, будь то социальные, климатические или и те, и другие. В конечном итоге, цель этого дизайн-фикшна заключается не в том, чтобы утверждать, насколько точным будет это будущее, а в том, чтобы создать критический диалог о более обнадеживающем будущем, если изменить некоторые аспекты нынешней парадигмы. Если он и рисует “утопические” выводы, то не путем призыва экстраполировать существующую сегодня систему на сто лет в будущее. Это попытка “перепрофилировать” то, что уже было дефутурировано, вернуть дегуманизованное будущее экологических кризисов путем восстановления нашей человечности, что Фрейре называет задачей регуманизации (Freire, 2014). Именно на эту регуманизацию намекает термин “рефутурирование” в названии публикации, который, возможно, требует дизайнерского переосмысления и “регуманизации” будущего, чтобы сломать постоянно сужающиеся рамки “бизнеса как обычно” BAU. Опровержение требует открытия “плюриверсальных” возможностей, предполагающих климатические действия сегодня, которые могут привести к радикально иному будущему, когда человек в него придет.

Более того, рефутуризация - это воображение радикальной надежды, когда кажется, что ее нет, даже когда планета становится все более непригодной для жизни человека (Wallace-Wells, 2019). Однако следует отметить, что регуманизирующие утопии не означают, что альтернативные будущие будут лишены каких-либо конфликтов. Они будут оставаться весьма противоречивыми местами с множеством путей, возникающих, расходящихся и вновь сходящихся. В этих спорных, плюриверсальных пространствах, “где существует множество миров”, обсуждение взаимных проблем может проходить через практики конвивиальности и автономии (Escobar, 2018). Это может быть рефлексивное обучение в действии с биосферой как видом. Регуманизованное будущее - это будущее, на которое мы можем сознательно согласиться, оставив место для танцев, смеха, игр, веселья, досуга, творчества и даже скуки - что сегодня кажется невозможным представить.

Пытаясь представить себе обновленный ответ на наши проблемы, некоторые сенсорики культивировались, в то время как другие игнорировались. Эти сенсорики были основаны на различных предположениях для новой парадигмы, чтобы приостановить неверие в рамках дизайн-фикшна. При этом некоторые из обсуждаемых здесь путей климатического возмещения могут быть даже истолкованы как политически невозможные и вызвать неприятные и тревожные ощущения у некоторых читателей, вызывая беспокойство и бросая вызов некоторым глубоко укоренившимся “правилам” нашей существующей парадигмы. Это не значит, что все вызовы парадигме должны вызывать тревогу или даже быть средством для климатических действий. Разумеется, здесь говорится от имени тех, кого еще не существует. Даже в рамках вымышленного мира, где повествование возлагает бремя преобразования устойчивых действий на неопределенный коллектив “из маргиналов” - коренных и маргинализованных народов мира, для которых климатический апокалипсис является повседневной реальностью, в то время как ответственные за кризисы продолжают существовать и действовать как ни в чем не бывало (Althor et al., 2016; Carrington, 2019; Chancel & Piketty, 2015).

Эта работа не ставит своей целью проявить неуважение, отчуждить или высмеять различных людей, упоминаемых в этой публикации. Напротив, этот нарратив предназначен для формирования диалога, чтобы глубже понять наше затруднительное положение. Можно

надеяться, что эта публикация является приглашением к критическому, но спекулятивному прочтению для понимания возможностей для действий, многие из которых являются удивительно очевидными. Последние научные исследования на момент написания этой статьи свидетельствуют о том, что многие из предложенных здесь стратегий трансформации общества не только жизнеспособны, но и могут быть применены для обеспечения благополучия человека и окружающей среды, одновременно не превышая порог потепления в 1,5°C (Fazey et al., 2020; Folke et al., 2021; Keyßer & Lenzen, 2021; Kuhnhehn et al., 2020). Необходимость обновления общественных договоров в глобальном масштабе предлагает освободить человеческие общества для участия в климатических действиях. Возможно, мы сможем быть менее “продуктивными” для экономического механизма, работающего на ископаемом топливе, и более сосредоточенными на неторопливом, заботливом экологическом обществе, которое гарантирует хорошее качество жизни (Coote, 2021; Gough, 2019).

По мере того, как сообщества строят свою устойчивость к местному и глобальному климату с помощью местных методов производства и потребления, их можно не расширять, а масштабировать. Эта стратегия может позволить многоуровневую интеграцию инфраструктур возобновляемых источников энергии, рассчитанных на долгосрочную устойчивость. Она может быть внедрена в рамках взаимоусиливающих углеродно-отрицательных каскадов при одновременном удовлетворении основных потребностей человека. Для ее реализации могут потребоваться общественные преобразования, которые определяют адаптацию технологий к социальным и экологическим потребностям. Эти климатоустойчивые инфраструктуры могут использовать открытую передачу технологий и гражданскую науку, чтобы продолжать формулировать разнообразные формы экологического и материального изобилия в мире без дешевого ископаемого топлива с помощью деколонизированной системы возмещения ущерба от изменения климата. Эти вопросы негласно заложены в предметах, исследуемых в данном дизайн-фикшне, который встраивает диегезис деколонизации и климатической справедливости, делая эти будущие воображаемыми, осмысленными и осуществимыми сегодня. Более подробный справочный список технологий можно найти в приложении книги, которое следует далее.

Артефакты, приведённые в этой публикации, предлагают путь к индигенизации повседневной жизни для тех из нас, кто не является коренными народами. Этот путь предлагается не для достижения некоего мифического первобытного состояния, а как “самосознательный политический проект” ведущий к культуре взаимного процветания в рамках планетарной экологии, что может оказаться необходимым по мере продолжения климатического и экологического распада и, возможно, даже после него. В дизайнерской практике артефакты часто становятся средством отражения в действии, мышления и переосмысления предложений через неписанное знание. Возможно, что это упражнение продемонстрирует обновленное понимание долгосрочной устойчивости через методы дизайна. В этом стремлении артефакты могут быть реализованы уже сегодня, хотя и умозрительно. От биоминерализаторов до электрифицированных коралловых рифов и рейнмейкеров (создателей дождя), от лесных сеялок до sumfab, от принтеров для печати батарей из органических водорослей и хитозана до 3D-печатных оптических солнечных структур в муниципальных энергосетях и энергетических ритуалов вымышленного народа Масиси - все они основаны на предположениях существующей фундаментальной технологической литературы.

Аспекты долгосрочной устойчивости, выраженные в этих артефактах, могут дать читателю представление о том, что долгосрочная устойчивость все еще может быть достижима. Однако технологический прогресс не обязательно должен опираться на архаичные понятия технократического решения проблем. Он не должен зависеть от добывающих, колониальных моделей, которые сужают человеческие возможности, а не расширяют их. Предложения о передаче открытых технологий и движениях за открытую науку позволяют увидеть более глубокие скачки к появлению “поэтических” технологий, а не бюрократических, направленных на дегуманизацию (Graeber, 2018; Noble, 1984; Zuboff, 2019). Журнал также предлагает взглянуть

на то, кто разрабатывает эти технологии в новой парадигме, ставя вопросы заботы и социального воспроизводства, которые идут на создание этих рук и ресурсов, которые их создают, возможно, даже свободно делясь этими возможностями по мере того, как общественная жизнь становится стратегически декоммодифицированной. Здесь, в условиях освобождения, климатоустойчивые технологические инфраструктуры могут даже распространяться относительно быстрее, чем когда-либо считалось возможным, возможно, по иной социальной и экологической траектории, чем та, к которой мы привыкли сегодня.

Следует признать, что сложный климатический и экологический кризисы (Morton, 2016) не могут быть просто “решены” с помощью одних лишь “серебряных пуль”. Возможно, существуют определенные ограничения для решения этих проблем только дизайнерами (Dorst, 2019). Данный дизайн-фикшн сам по себе не может учесть все нюансы этих вопросов - возможно ли вообще существование планетарной общественной жизни в парниковом мире с температурой 2°C-2,5°C. Точное предсказание, выходит далеко за рамки данной публикации. Тем не менее, возможно, мир с температурой 2°C в рамках ВАУ будет представлять собой ужасающую климатическую антиутопию, не поддающуюся воображению. Возможно, многие из этих представлений уже присутствуют в антиутопиях, с которыми мы знакомы сегодня. Вместо этого, цель данного исследования - предложить возможности иного характера, в направлении воображения климатических действий, основанных на истинной деколонизации и климатической справедливости посредством “эффективного” климатического возмещения, которое находится в постоянном противоречии с “эффективной” колониальной логикой “делать как раньше”. Чтобы это произошло, необходимо преодолеть незнакомые воды и провести творческие “красные нити” между, казалось бы, разобщенными явлениями и проблемами, чтобы увидеть контргегемонистские механизмы и парадигмальные возможности долгосрочных устойчивых преобразований.

Однако, даже если представить себе эти различные парадигмы, нельзя ожидать, что они возникнут независимо друг от друга, и они никогда не смогут возникнуть точно по предписанию. Независимо от предстоящего выбора, потребуются постоянные совместные усилия для того, чтобы основные потребности были созданы экологически, о них заботились, их лелеяли, социально воспроизводили и, при желании, поддерживали, что потребует усилий нескольких поколений. Эта практика, рассчитанная на несколько поколений, должна быть дополнена строгими правилами и рамками и путем буквальной деколонизации земли, воды, воздуха и даже космического пространства. Кроме того, может потребоваться восстановление и регенерация экосистемных услуг путем введения компенсаций для биосферы. Таким образом, этот дизайн-фикшн пытается внести свой вклад в возможности, которые дисциплины, отличные от дизайна, формулировали для плюриверсального воображения, о котором спекулирует эта публикация. Возможно, гораздо более способные умы могут мечтать о более глубоких образах, чем те, что здесь наивно упрощены или даже могут показаться консервативными в некоторых вопросах.

В этой публикации представлены переосмысленные возможности нашего климатического прошлого, настоящего и будущего, заложенные в глубоком переплетении наших определений “цивилизации”, которые еще предстоит примирить. Какие бы формы действий в отношении климата ни ожидали нас в будущем, возможно, потребуются постоянный диалог. Будущее, которое мы создадим, будет нуждаться в глубокой общности, автономии и сотрудничестве, что может помочь нам создавать и переделывать мир так же тесно, как сегодня мы приближаем приход климатических антиутопий. 22-й век все равно наступит; будет ли это более обнадеживающее климатически устойчивое будущее, подобное тому, о котором говорится в этой публикации, или такое, в котором человеческая цивилизация окажется на грани вымирания, - вопрос открытый. При нынешних реалиях бездействия в области климата первый вариант предлагает творческую возможность для радикальной надежды, пусть и узкую. В отличие от него, второй вариант обеспечивает предсказуемое отсутствие выбора в этом вопросе. Перспективы долгосрочной устойчивой цивилизации, достойной этого названия, если таковая вообще будет существовать, могут зависеть от возможности того, что человеческий вид, при всей его изобретательности, реализует.



# Библиография (Послесловие)

- Althor, G., Watson, J. E. M., & Fuller, R. A. (2016). Global mismatch between greenhouse gas emissions and the burden of climate change. *Scientific Reports*, 6, 20281.
- Bleeker, J. (2009). *Design Fiction: A Short Essay on Design, Science, Fact and Fiction*. 49.
- Carrington, D. (2019, June 25). 'Climate apartheid': UN expert says human rights may not survive. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/environment/2019/jun/25/climate-apartheid-united-nations-expert-says-human-rights-may-not-survive-crisis>
- Chancel, L., & Piketty, T. (2015). Carbon and inequality: From Kyoto to Paris Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund World Inequality Lab (p. 50). Paris School of Economics.
- Coote, A. (2021). Universal Basic Services and Sustainable Consumption. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1), 32–46. <https://doi.org/10.1080/15487733.2020.1843854>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Watson, R., Baste, L., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., ... Vilá, B. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services – unedited advance version. 39.
- Dorst, K. (2019). Design beyond Design. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5(2), 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.05.001>
- Escobar, A. (2018). *Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds*. Duke University Press. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ahono/detail.action?docID=5322528>
- Fazey, I., Schöpke, N., Caniglia, G., Hodgson, A., Kendrick, I., Lyon, C., Page, G., Patterson, J., Riedy, C., Strasser, T., Verveen, S., Adams, D., Goldstein, B., Klaes, M., Leicester, G., Linyard, A., McCurdy, A., Ryan, P., Sharpe, B., ... Young, H. R. (2020). Transforming knowledge systems for life on Earth: Visions of future systems and how to get there. *Energy Research & Social Science*, 70, 101724. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101724>
- Folke, C., Polasky, S., Rockström, J., Galaz, V., Westley, F., Lamont, M., Scheffer, M., Österblom, H., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Seto, K. C., Weber, E. U., Crona, B. I., Daily, G. C., Dasgupta, P., Gaffney, O., Gordon, L. J., Hoff, H., Levin, S. A., ... Walker, B. H. (2021). Our future in the Anthropocene biosphere. *Ambio*, 50(4), 834–869. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>
- Freire, P. (2014). *Pedagogy of the Oppressed: 30th Anniversary Edition*. Bloomsbury Academic & Professional. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ahono/detail.action?docID=1745456>
- Gough, I. (2019). Universal Basic Services: A Theoretical and Moral Framework. *The Political Quarterly*, 90(3), 534–542. <https://doi.org/10.1111/1467-923X.12706>
- Graeber, D. (2018). *The Utopia of Rules: On technology, stupidity, and the secret joys of bureaucracy*. Melville House.
- Jackson, J. B. C., Alexander, K., & Sala, E. (Eds.). (2011). *Shifting baselines: The past and the future of ocean fisheries*. Island Press.
- Keyßer, L. T., & Lenzen, M. (2021). 1.5 °C degrowth scenarios suggest the need for new mitigation pathways. *Nature Communications*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22884-9>
- Klein, N. (2014). *This Changes Everything. Capitalism vs. The Climate*. Penguin Books.
- Kuhnenn, K., Costa, L., Mahnke, E., Schneider, L., & Lange, S. (2020). A Societal Transformation Scenario for Staying Below 1.5°C (Economic & Social Issues, Vol 23). Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/en/2020/12/09/societal-transformation-scenario-staying-below-15degc>
- Lindley, J., & Coulton, P. (2016). Pushing the Limits of Design Fiction: The Case For Fictional Research Papers. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 4032–4043. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858446>
- Max-Neef, M. (2009). From knowledge to understanding – Navigations and returns. In *What Next volume II – The Case for Pluralism (Vol. 2)*. Dag Hammarskjöld Foundation. [https://www.daghammarskjold.se/wp-content/uploads/2009/DD52\\_web.pdf](https://www.daghammarskjold.se/wp-content/uploads/2009/DD52_web.pdf)
- Morton, T. (2016). *Dark ecology: For a logic of future coexistence*.
- Noble, D. F. (1984). *Forces of production: A social history of industrial automation*. Knopf.
- Tonkinwise, C. (2014). How We Intend to Future: Review of Anthony Dunne and Fiona Raby, *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*. *Design Philosophy Papers*, 12(2), 169–187. <https://doi.org/10.2752/144871314X14159818597676>
- Wallace-Wells, D. (2019). *The uninhabitable earth: Life after warming*. Tim Duggan Books.
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for the future at the new frontier of power*. Profile Books.

## 5. Приложение технологий

Артефакты, исследуемые в журнале, находятся в мире, претерпевшем социальные преобразования в связи с изменением климата. Альтернативные пути развития используются для реализации целого ряда стратегий, сосредоточенных вокруг климатической справедливости, которые трансформируют материальные культуры цивилизации, подрывая ее экстрактивистские отношения к планетарным экосистемам. Спекулятивное прочтение этих технических документов, обосновывающих эти технологии, является как старым, так и новым, некоторые из них являются передовыми, а некоторые - древними, некоторые основаны на современной науке, а некоторые - на местных практиках. Во многих случаях исследования интерпретировались или спекулировались довольно творчески, доходя до определенных крайностей, выходящих за рамки того, что предполагали авторы исследований. Однако это делается не для того, чтобы экстраполировать то, что существует, а для того, чтобы порассуждать “что, если” — как творческое упражнение для открытия различных траекторий, которые, как читатель, возможно, мельком увидел в этом журнале, могли бы позволить технологические скачки, “перенесенные” в сторону общественно полезного производства для удовлетворения основных человеческих потребностей, которые когда-то применялись для неустойчивого потребления.

В этом журнале приводится пример того, как технологическое развитие может достичь глубоких скачков, когда требуется подлинное управление климатом и участие, что может привести к дальнейшей обратной связи, предполагая возможности эпистемологического сдвига в рамках аутопоэзисного процесса. Однако такие творческие скачки не являются гарантией ‘успеха’ и могут даже привести к нежелательным результатам, как предполагают Рейнмейкеры. Следовательно, артефакты представляют собой определенные архетипы продуктов из этого спекулятивного будущего мира, которые могут появиться для этих целей. Обновленные социальные договоренности, возможно, сделали очевидным для читателя, что долгосрочные устойчивые технологии основаны на более экологичном мировоззрении, повышая качество человеческой и нечеловеческой жизни в зонах устойчивости к изменению климата. Они также предполагают сдвиг в материальных отношениях в сторону универсальных симбиотических культур, которые все еще могут обещать более глубокие технологические скачки, как обсуждалось в рамках симбиотического производства и симбиометаллургии.

Это ни в коем случае не означает, что это единственные возможные архетипы. Возможно, лучшие умы могут пополнить представленные возможности большим количеством способов, чем было изучено здесь. Далее в этом разделе приводится обзор, библиография технических документов для тех, кто заинтересован в проведении исследований, обосновывающих эти предположения. Это может быть полезно для лучшего взаимопонимания и, возможно, реализации разработанных артефактов, которые можно найти в журнале. Это ни в коем случае не исчерпывающий список чтений, которые можно было бы изучить, хотя их всегда можно расширить.

### **Гл. 1: Глокальные энергетические культуры: осознание радикальной самобытности 22-го века и за его пределами**

#### 1. Муниципальные микросети:

Целостная, распределенная углеродно-отрицательная энергетическая сеть на местном уровне, которая является частью климатически устойчивой инфраструктуры, основывается на регенеративных принципах. По сути, она объединяет комбинированные теплоэнергетические системы (СНР), некоторые из которых основаны на реверсивных генераторах переменного тока на основе цикла Стирлинга, для длительной эксплуатации без технического обслуживания.

Эта система также включает методы восстановительной санитарии и обращения с отходами, которые интегрированы в муниципальные структуры агролесомелиорации. Солнечная энергия в виде света и тепла концентрируется и перенаправляется через большее количество волоконно-оптических концентрирующих систем (Amara et al., 2011; Gorthala et al., 2017; Jaramillo & Río, 2002) и используется в комбинированных теплоэнергетических модулях для приготовления пищи и обогрева внутренних помещений. Органические отходы карбонизируют с помощью микроволнового пиролиза (Hoseinzadeh Hesas et al., 2013) или солнечного пиролиза (Ayala-Cortés et al., 2019), чтобы получить богатые углеродом среды в ферментационных туалетах, которые будут использоваться для перегонки углеродного вещества, которое в дальнейшем будет использоваться в качестве удобрений для почвы, богатых азотом и фосфором. Органические отходы удобрения, замыкающие питательные петли, одновременно локализуя производство и потребление энергии. Процесс пиролиза карбонизировал органические отходы в углеродном каскаде (Bates & Draper, 2019; Hassan et al., 2019) с получением тепла, синтез-газа и биомасла могут в дальнейшем использоваться для внесения удобрений в почву, батарей и биопластиков во взаимно усиливающих углеродных каскадах.

#### a. 3D-печатные оптические солнечные конструкции

Изготовленные на месте солнечные конструкции непосредственно преобразуют тепловой и видимый спектр солнечного излучения в оптически настроенных солнечных элементах (Bag et al., 2017), которые представляют собой оптические волокна с 3D-печатью с аэрозольным покрытием, покрытые перовскитовыми солнечными чернилами (Bag et al., 2017). Однако эти элементы также состоят из материалов с фазовым переходом, которые могут повысить эффективность за счет использования свойств с фазовым переходом, которые могут быть использованы для бесконечных циклов накопления тепловой энергии, которая может быть перенаправлена при недостаточном солнечном излучении, таком как ночное или зимнее солнце (Goli et al., 2013; Liu et al., 2017; Yang et al., 2016)

#### b. 3D-печатные органические батареи

Система накопления энергии состоит из биологически выращенных батарей на основе хитозана и ультраконденсаторов, которые производятся на месте для хранения электрической энергии (Salimi et al., 2019; Wang et al., 2015). Их изготовление зависит от контролируемой ультразвуковой левитации исходного материала (Azadi et al., 2021; Marzo & Drinkwater, 2019) и изготовления композитных батарей путем тонко настроенной пиролитической обработки богатых углеродом органических волокон и сырья, которые создают органические батареи на основе улавливания углерода и ультраконденсаторы на основе углерода (Gabhi et al., 2017; Huggins et al., 2014; Salimi et al., 2019), (Anandhavelu et al., 2017; Attias et al., 2017; Subban et al., 1996), батареи и ультраконденсаторы на основе бумаги из водорослей (Salimi et al., 2019; Wang et al., 2015). Преобразование химической энергии в тепловую осуществляется с помощью обратимого цикла Стирлинга плазменного сжигания синтез-газа (Punčochář et al., 2012), что способствует дальнейшему сокращению загрязняющих веществ в результате микроволнового пиролиза (Hoseinzadeh Hesas et al., 2013)

## 2. Энергетические ритуалы вымышленного народа Масиси

Местные традиции в энергетическом культивировании народа Масиси основаны на технической адаптации интеграции волоконно-оптических солнечных элементов (Bourzas, 2009), покрытых графеном (Casaluci et al., 2016), а также грибкового микробного топливного элемента (MFC) (Gajda et al., 2015), который питается от радиоактивных почв (Qu et al., 2019). Свойства мицелия также применяются к их костюмам, защищающим от радиации. Клеточные структуры персонала и устройства основаны на “иерархической биомиметике”, вдохновленной природными оптическими структурами, такими как стеклянная губка (Sundar et al., 2003) и в волосах белых медведей (Preciado et al., 2008). Коренное сообщество сосредоточено на применении микромедиации для очистки радиоактивных почв в своих регионах (Joshi et al., 2011; Whiteside et al., 2019), а мицелий также способен производить энергию из радиоактивных источников (Dadachova et al., 2007).

## **Гл. 2 Становление Земным: Зоны устойчивости к изменению климата, симбиотическое производство и регенерация экосистем**

### **1. Лесные сеялки и сеялки-светлячки в зонах устойчивости к изменению климата**

В зонах устойчивости к изменению климата пересадка и повторное подключение старых лесов мира возвращает биоразнообразие (Damschen et al., 2019). Это делается с помощью лесосеечных устройств, которые используют “семенные шарики” для создания новых, старовозрастных лесов. В этих семенных шариках (Fukuoka, 1978; Guest, 2019) используется карбонизированная среда, “заряженная” азотом и фосфором из биологических источников (Ngatia et al., 2019; Zhou et al., 2019; Zhu et al., 2019). Кроме того, карбонизированная среда биоугля также инокулируется спорами мицелия, которые помогают в высаживании старых лесов, еще больше повышая доступность питания, омолаживая и оздоравливая микробиоту почвы, связывая корневые сети растений со старыми почвами, распространяя микоризные сети (Tsing, 2015; Whiteside et al., 2019).. Эти семенные шарики распределяются случайным образом с использованием “творческих” форм экологии (Miyawaki, 1999, 2004) путем посева старых лесов, которые предлагают гораздо более устойчивые формы восстановления биоразнообразия. Эти лесные сеялки используются для восстановления почв и регенерации наземных экосистемных услуг, дополняя усилия по сохранению, включая производство биомассы в сельском и лесном хозяйстве, хранение, фильтрацию и трансформацию питательных веществ и воды; места обитания биоразнообразия; источники сырья и поглотители углерода (Hammer et al., 2014; Lehmann & Joseph, 2009; Ngatia и др., 2019). Такая практика основана на хорошо изученном феномене почв ‘Терра Прета’ в Амазонии (Glaser et al., 2001).

### **2. Технологии симбиотического производства в Священных лесах: SymFabs**

Установки SymFab позволяют создавать локализованные, экологичные формы высокотехнологичного производства и потребления передовых композитов с использованием “симбиотического производства”. Карбонизация органического вещества и волокон (Rajapaksha et al., 2015; Tsang et al., 2015) применяется для создания эффективных замен высокоэффективных композитов из органических источников (Haneef et al., 2017) для общественно полезных производственных систем (Smith, 2014), которые поглощают углерод путем интеграции в местное промышленное производство для передовых технологических применений (Lam, Azwar, et al., 2019; Wang et al., 2013). Пиролитическая карбонизация этих натуральных волокон при переработке в биокомпозиты, полученные из органических волокон (Vold, 2015), с обработкой на месте смол на растительной основе (O'Donnell et al., 2004; Turner et al., 2019), которые могут быть использованы даже для создания керамических электродов с высоким содержанием глины (Alqadoogi, 2018). Многие из этого также возможно с биомиметическими формами “симбитронных вычислительных интерфейсов” (Adamatzky, 2018; Gow & Morris, 1995), которые опосредуют взаимодействия между этими производственными инфраструктурами для поддержания и развития экологических процессов.

## **Гл. 3. За пределами Vaporware: вспоминая программы Blue Reparations**

### **1. Биоминерализаторы**

Биоминерализаторы предлагают способ извлечения редкоземельных минералов из их руд с использованием биологических процессов биоминирования и биологического выщелачивания (Brisson et al., 2016; Qu et al., 2019; Thompson et al., 2018). Биоминерализаторы также применяют эти методы, комбинируя их с электролизом сточных вод для биоремедиации (Contreras et al.,

1981; Tartakovsky et al., 2011). Наряду с биохимическими процессами роста микроорганизмов с использованием углеродной среды, что обеспечивает проверенное, эффективное и дешевое средство для очистки пресноводных экосистем от нитратов, фосфатов и тяжелых металлов (Mani & Kumar, 2014; Wang, Yu, et al., 2019; W. Xu et al., 2015; Yang et al., 2019). Результаты соответствуют потребностям медленного процесса изготовления. Известно, что некоторые штаммы грибов и виды растительных организмов биологически выщелачивают минералы из руд в ходе своего метаболизма (Brisson et al., 2016; Qu et al., 2019; Thompson et al., 2018). В дополнение к производству меди и золота, биомайнинг также может применяться в местных масштабах для очистки таких элементов, как кобальт, никель, цинк и уран. Биомайнинг применялся при переработке сульфидных и урановых руд (Schippers et al., 2013).

## 2. Рейнмейкеры

Рейнмейкеры - это сооружения, состоящие из автономных модульных / тканых конструкций (Beeby & White, 2010; Rojas et al., 2013), которые действуют как устройства для накопления влаги, работающие только на солнечной радиации (Zhao et al., 2019). Они призваны использовать влагу из атмосферных рек и перенаправлять ее для обеспечения доступа к пресной воде там, где она может понадобиться, поскольку количество осадков становится недостаточным для нужд агролесомелиорации и даже используется для восстановления отступающих ледников и полярных ледяных шапок с ледяными ступами. Эти ледяные ступы, которые внедряются в Гималаях (Divya A, 2020), могут дать представление о возможностях, учитывая, что новые культурные практики пополнения запасов и расширения новых ледников могли бы появиться, если бы их стимулировали и увязывали с действиями сообщества, которые, возможно, лучше подходили бы для местной устойчивости. Сами рейн-мейкеры развивают эту практику с помощью передовых методов биологического изготовления и материалов (Attias et al., 2017; Haneef et al., 2017; Karana et al., 2018), настроенных на использование биомиметических принципов и даже некоторых методов сбора воды из этих атмосферных потоков (H. Kim et al., 2017) и силовой установки электрического поля для навигации (H. Xu et al., 2018).

## 3. Технологии наращивания минералов: Электрический черный коралл

Строительство мангрово-коралловых морских стен призвано обеспечить защиту от сильных ураганов и более энергичных штормовых сезонов в регионах, наиболее уязвимых к экстремальным климатическим явлениям, путем поглощения энергии шторма, а так же от последующих штормовых нагонов и повышения уровня моря (Blankespoor et al., 2017). Эти экосистемы, такие как зоны устойчивости к изменению климата (CRZ) на суше, предназначены для восстановления прибрежных сообществ путем сдерживания энергии штормов, но также обеспечивают убежище для кораллов, оберегая их от обесцвечивания (Greenwood, 2015), возрождают рыболовство и средства к существованию для прибрежных сообществ (Sato et al., 2005), а также возрождают морское биоразнообразие. Эти назлектризованные рифы, однако, сделаны из катодного осаждения арагонита, который может быть использован в качестве материала для строительства (Hilbertz, 1979), что делает возможными высокоэластичные и ускоренные масштабируемые искусственные рифы (Goreau, 2012). Известный как метод "biogrock", он продемонстрировал возможности восстановления коралловых рифов с невероятной скоростью, даже если нанесенные повреждения не поддаются восстановлению (Goreau & Prong, 2017), в сочетании с традиционным "посевом" и коралловыми питомниками и способствуя быстрому восстановлению (Chamberland et al., 2017).

# Библиография Технологий

## Технологические ссылки к Главе 1 Глокальные Энергетические Культуры

- Agarwal, H., Terrés, B., Orsini, L., Montanaro, A., Sorianello, V., Pantouvaki, M., Watanabe, K., Taniguchi, T., Thourhout, D. V., Romagnoli, M., & Koppens, F. H. L. (2021). 2D-3D integration of hexagonal boron nitride and a high- $\kappa$  dielectric for ultrafast graphene-based electro-absorption modulators. *Nature Communications*, 12(1), 1070. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-20926-w>
- Amara, S., Nordell, B., Benyoucef, B., & Benmoussat, A. (2011). Concentration Heating System with Optical Fiber Supply. *Energy Procedia*, 6, 805–814. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.091>
- Anandhavelu, S., Dhanasekaran, V., Sethuraman, V., & Park, H. J. (2017). Chitin and Chitosan Based Hybrid Nanocomposites for Super Capacitor Applications. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 17(2), 1321–1328. <https://doi.org/10.1166/jnn.2017.12721>
- Arianna Callegari & Andrea Capodaglio. (2018). Properties and Beneficial Uses of (Bio)Chars, with Special Attention to Products from Sewage Sludge Pyrolysis. *Resources*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/resources7010020>
- Aslian, A., Honarvar Shakibaei Asli, B., Tan, C. J., Adikan, F. R. M., & Toloie, A. (2016). Design and Analysis of an Optical Coupler for Concentrated Solar Light Using Optical Fibers in Residential Buildings [Research Article]. *International Journal of Photoenergy; Hindawi*. <https://doi.org/10.1155/2016/3176052>
- Attias, N., Danai, O., Ezov, N., Tarazi, E., & Grobman, J. (2017, September 6). Developing novel applications of mycelium based bio-composite materials for design and architecture.
- Ayala-Cortés, A., Arancibia-Bulnes, C. A., Villafán-Vidales, H. I., Lobato-Peralta, D. R., Martínez-Casillas, D. C., & Cuentas-Gallegos, A. K. (2019). Solar pyrolysis of agave and tomato pruning wastes: Insights of the effect of pyrolysis operation parameters on the physicochemical properties of biochar. 180001. <https://doi.org/10.1063/1.5117681>
- Azadi, M., Popov, G. A., Lu, Z., Eskenazi, A. G., Bang, A. J. W., Campbell, M. F., Hu, H., & Bargatin, I. (2021). Controlled levitation of nanostructured thin films for sun-powered near-space flight. *Science Advances*, 7(7), eabe1127. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe1127>
- Bag, S., Deneault, J. R., & Durstock, M. F. (2017). Aerosol-Jet-Assisted Thin-Film Growth of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> Perovskites—A Means to Achieve High Quality, Defect-Free Films for Efficient Solar Cells. *Advanced Energy Materials*, 7(20), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/aenm.201701151>
- Bates, A., & Draper, K. (2019). *Burn: Using Fire to Cool the Earth*. Chelsea Green Publishing.
- Beeby, S., & White, N. (2010). *Energy Harvesting for Autonomous Systems*. Artech House.
- Bourzac, K. (n.d.). Micro Solar Cells Handle More Intense Sunlight. MIT Technology Review. Retrieved March 1, 2020, from <https://www.technologyreview.com/s/417431/micro-solar-cells-handle-more-intense-sunlight/>
- Bourzac, K. (2009, October 30). Wrapping Solar Cells around an Optical Fiber. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/s/416052/wrapping-solar-cells-around-an-optical-fiber/>
- Burghardt, I., & Wägele, H. (2014). The symbiosis between the ‘solar-powered’ nudibranch *Melibe engeli* Risbec, 1937 (Dendronotoidea) and *Symbiodinium* sp. (Dinophyceae). *Journal of Molluscan Studies*, 80(5), 508–517. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyu043>
- Caruso, M., Gatto, E., Palleschi, A., Morales, P., Scarselli, M., Casaluci, S., Quatela, A., Di Carlo, A., & Venanzi, M. (2017). A bioinspired dye sensitized solar cell based on a rhodamine-functionalized peptide immobilized on nanocrystalline TiO<sub>2</sub>. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 347(Supplement C), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.07.027>
- Casaluci, S., Gemmi, M., Pellegrini, V., Carlo, A. D., & Bonaccorso, F. (2016). Graphene-based large area dye-sensitized solar cell modules. *Nanoscale*, 8(9), 5368–5378. <https://doi.org/10.1039/C5NR07971C>
- Chandler, D. (2019, October 30). System provides cooling with no electricity. MIT News | Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2019/system-provides-cooling-no-electricity-1030>
- Dadachova, E., Bryan, R. A., Huang, X., Moadel, T., Schweitzer, A. D., Aisen, P., Nosanchuk, J. D., & Casadevall, A. (2007). Ionizing Radiation Changes the Electronic Properties of Melanin and Enhances the Growth of Melanized Fungi. *PLOS ONE*, 2(5), e457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000457>
- Duy, L. X., Peng, Z., Li, Y., Zhang, J., Ji, Y., & Tour, J. M. (2018). Laser-induced graphene fibers. *Carbon*, 126, 472–479. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.10.036>
- Fang, Z., Gao, Y., Bolan, N., Shaheen, S. M., Xu, S., Wu, X., Xu, X., Hu, H., Lin, J., Zhang, F., Li, J., Rinklebe, J., & Wang, H. (2020). Conversion of biological solid waste to graphene-containing biochar for water remediation: A critical review. *Chemical Engineering Journal*, 390, 124611. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124611>
- Feuermann, D., & Gordon, J. M. (n.d.). SOLAR FIBER-OPTIC MINI-DISHES: A NEW APPROACH TO THE EFFICIENT COLLECTION OF SUNLIGHT. *Solar Energy*, 65(3), 159–170.
- Franze, K., Grosche, J., Skatchkov, S. N., Schinkinger, S., Foja, C., Schild, D., Uckermann, O., Travis, K., Reichenbach, A., & Guck, J. (2007). Müller cells are living optical fibers in the vertebrate retina. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(20), 8287–8292. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611180104>
- Gabhi, R. S., Kirk, D. W., & Jia, C. Q. (2017). Preliminary investigation of electrical conductivity of monolithic biochar. *Carbon*, 116, 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.01.069>
- Gajda, I., Greenman, J., Melhuish, C., & Ieropoulos, I. (2015). Self-sustainable electricity production from algae grown in a microbial fuel cell system. *Biomass and Bioenergy*, 82, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.05.017>
- Goli, P., Legedza, S., Dhar, A., Salgado, R., Renteria, J., & Balandin, A. A. (2013). Graphene-Enhanced Hybrid Phase Change Materials for Thermal Management of Li-Ion Batteries. *ArXiv:1305.4140 [Cond-Mat]*. <http://arxiv.org/abs/1305.4140>
- Gorthala, R., Tidd, M., & Lawless, S. (2017). Design and development of a faceted secondary concentrator for a fiber-optic hybrid solar lighting system. *Solar Energy*, 157, 629–640. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.08.070>
- Grolms, M. (2018, November 15). Plasmaplysis Converts Pollutants into Energy. *Advanced Science News*. <https://www.advancedsciencenews.com/plasmaplysis-converts-pollutants-into-energy/>
- Gu, Z., & Wang, X. (n.d.). Carbon Materials from High Ash Bio-char: A Nanostructure Similar to Activated Graphene. 2, 20.
- Han, T. H., Moon, H.-S., Hwang, J. O., Seok, S. I., Im, S. H., & Kim, S. O. (2010). Peptide-templating dye-sensitized solar cells. *Nanotechnology*, 21(18), 185601. <https://doi.org/10.1088/0957-4484/21/18/185601>
- Hao, J., Huang, Y., He, C., Xu, W., Yuan, L., Shu, D., Song, X., & Meng, T. (2018). Bio-templated fabrication of three-dimensional network activated carbons derived from mycelium pellets for supercapacitor applications. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18895-6>
- Hassan, M. F., Sabri, M. A., Fazal, H., Hafeez, A., Shezad, N., & Hussain, M. (2019).

- Recent trends in activated carbon fibers production from various precursors and applications—A comparative review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104715. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104715>
- Hong, W., Xu, Y., Lu, G., Li, C., & Shi, G. (2008). Transparent graphene/PEDOT-PSS composite films as counter electrodes of dye-sensitized solar cells. *Electrochemistry Communications*, 10(10), 1555–1558. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2008.08.007>
- Hoseinzadeh Hesas, R., Wan Daud, W. M. A., Sahu, J. N., & Arami-Niya, A. (2013). The effects of a microwave heating method on the production of activated carbon from agricultural waste: A review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 100, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.12.019>
- Hu, X., Gong, X., Zhang, M., Lu, H., Xue, Z., Mei, Y., Chu, P. K., An, Z., & Di, Z. (2020). Enhanced Peltier Effect in Wrinkled Graphene Constriction by Nano-Bubble Engineering. *Small*, 16(14), 1907170. <https://doi.org/10.1002/sml.201907170>
- Huggins, T., Wang, H., Kearns, J., Jenkins, P., & Ren, Z. J. (2014). Biochar as a sustainable electrode material for electricity production in microbial fuel cells. *Bioresource Technology*, 157, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.058>
- Jaramillo, O. A., Huelsz, G., & Río, J. A. del. (2002). A theoretical and experimental thermal study of SiO<sub>2</sub> optical fibres transmitting concentrated radiative energy. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 35(2), 95–102. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/35/2/301>
- Jaramillo, O. A., & Río, J. A. del. (2002). Optical fibres for a mini-dish/Stirling system: Thermodynamic optimization. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 35(11), 1241–1250. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/35/11/322>
- Joshi, P. K., Swarup, A., Maheshwari, S., Kumar, R., & Singh, N. (2011). Bioremediation of Heavy Metals in Liquid Media Through Fungi Isolated from Contaminated Sources. *Indian Journal of Microbiology*, 51(4), 482–487. <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0110-9>
- Kalaga, K., Rodrigues, M.-T. F., Gullapalli, H., Babu, G., Arava, L. M. R., & Ajayan, P. M. (2015). Quasi-Solid Electrolytes for High Temperature Lithium Ion Batteries. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7(46), 25777–25783. <https://doi.org/10.1021/acsami.5b07636>
- Keck, T., Schiel, W., Reinalter, W., Heller, P., & Bergermann, S. (n.d.). EuroDish – an innovative dish/Stirling system. 8.
- Kim, H., Yang, S., Rao, S. R., Narayanan, S., Kapustin, E. A., Furukawa, H., Umans, A. S., Yaghi, O. M., & Wang, E. N. (2017). Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered by natural sunlight. *Science*, 356(6336), 430–434. <https://doi.org/10.1126/science.aam8743>
- Kobayashi, N. P., Demaray, R. E., & Mullapd, R. (n.d.). PLANAR OPTICAL WAVEGUIDE COUPLER TRANSFORMERS FOR HIGH-POWER SOLAR ENERGY COLLECTION AND TRANSMISSION. 14.
- Kovo, Y. (2015, February 20). Optical Fiber for Solar Cells [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/ames-partnerships/technology/technology-opportunity-optical-fiber-for-solar-cells>
- Lam, S. S., Azwar, E., Peng, W., Tsang, Y. F., Ma, N. L., Liu, Z., Park, Y.-K., & Kwon, E. E. (2019). Cleaner conversion of bamboo into carbon fibre with favourable physicochemical and capacitive properties via microwave pyrolysis combining with solvent extraction and chemical impregnation. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117692. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692>
- Lenert, A., Bierman, D. M., Nam, Y., Chan, W. R., Celanović, I., Soljačić, M., & Wang, E. N. (2014). A nanophotonic solar thermophotovoltaic device. *Nature Nanotechnology*, 9(2), 126–130. <https://doi.org/10.1038/nnano.2013.286>
- Liou, Y.-J., & Huang, W.-J. (2015). A Process for Preparing High Graphene Sheet Content Carbon Materials from Biochar Materials. *Electroplating of Nanostructures*. <https://doi.org/10.5772/61200>
- Liu, H., Wang, X., & Wu, D. (2017, May 24). Fabrication of Graphene/TiO<sub>2</sub>/Paraffin Composite Phase Change Materials for Enhancement of Solar Energy Efficiency in Photocatalysis and Latent Heat Storage [Research-article]. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b00321>
- Liu, Z., Liu, L., Li, H., Dong, Q., Yao, S., Kidd IV, A. B., Zhang, X., Li, J., & Tian, W. (2012). “Green” polymer solar cell based on water-soluble poly [3-(potassium-6-hexanoate) thiophene-2, 5-diyl] and aqueous-dispersible noncovalent functionalized graphene sheets. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 97, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2011.09.023>
- Liu, Z., Song, H., Ji, D., Li, C., Cheney, A., Liu, Y., Zhang, N., Zeng, X., Chen, B., Gao, J., Li, Y., Liu, X., Aga, D., Jiang, S., Yu, Z., & Gan, Q. (2017). Extremely Cost-Effective and Efficient Solar Vapor Generation under Nonconcentrated Illumination Using Thermally Isolated Black Paper. *Global Challenges*, 1(2), 1600003. <https://doi.org/10.1002/gch2.201600003>
- Lo, C. W., Li, C., & Jiang, H. (2010). A photoelectrochemical capacitor with direct solar energy harvesting and storage capability. 2010 International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics, 65–66. <https://doi.org/10.1109/OMEMS.2010.5672183>
- Manjakkal, L., Navaraj, W. T., Núñez, C. G., & Dahiya, R. (n.d.). Graphene-Graphite Polyurethane Composite Based High-Energy Density Flexible Supercapacitors. *Advanced Science*, 0(0), 1802251. <https://doi.org/10.1002/advs.201802251>
- Marzo, A., & Drinkwater, B. W. (2019). Holographic acoustic tweezers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(1), 84–89. <https://doi.org/10.1073/pnas.1813047115>
- Miyasaka, T., & Murakami, T. N. (2004). The photocapacitor: An efficient self-charging capacitor for direct storage of solar energy. *Applied Physics Letters*, 85(17), 3932–3934. <https://doi.org/10.1063/1.1810630>
- Mohammadzadeh Kakhki, R. (2019). A review to recent developments in modification of carbon fiber electrodes. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 1783–1794. <https://doi.org/10.1016/j.arabj.2014.11.058>
- Nijboer, B. (2019, July 25). Plasma Improves Adhesion of 3D Printing. *Advanced Science News*. <https://www.advancedsciencenews.com/plasma-improves-adhesion-of-3d-printing/>
- Orrill, M., Abele, D., Wagner, M., & LeBlanc, S. (2020). Ink synthesis and inkjet printing of electrostatically stabilized multilayer graphene nanoshells. *Journal of Colloid and Interface Science*, 566, 454–462. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.01.095>
- Pan, S., Zhang, Z., Weng, W., Lin, H., Yang, Z., & Peng, H. (2014). Miniature wire-shaped solar cells, electrochemical capacitors and lithium-ion batteries. *Materials Today*, 17(6), 276–284. <https://doi.org/10.1016/j.mat.2014.04.024>
- Park, S.-H., Jung, H.-R., & Lee, W.-J. (2013). Hollow activated carbon nanofibers prepared by electrospinning as counter electrodes for dye-sensitized solar cells. *Electrochimica Acta*, 102, 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.04.044>
- Pitkänen, O., Järvinen, T., Cheng, H., Lorite, G. S., Dombvari, A., Rieppo, L., Talapatra, S., Duong, H. M., Tóth, G., Juhász, K. L., Kónya, Z., Kukovecz, A., Ajayan, P. M., Vajtai, R., & Kordás, K. (2017). On-chip integrated vertically aligned carbon nanotube based super- and pseudocapacitors. *Scientific Reports*, 7(1), 16594. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16604-x>
- Preciado, J. A., Rubinsky, B., Otten, D., Nelson, B., Martin, M. C., & Greif, R. (2008). Radiative Properties of Polar Bear Hair. 57–58. <https://doi.org/10.1115/IMECE2002-32473>
- Prudhvi, S. (n.d.). Wireless Power Transmission Technologies for Solar Power Satellite. Retrieved February 17, 2017, from [http://www.academia.edu/4875442/Wireless\\_Power\\_Transmission\\_Technologies\\_for\\_Solar\\_Power\\_Satellite](http://www.academia.edu/4875442/Wireless_Power_Transmission_Technologies_for_Solar_Power_Satellite)
- Punčochář, M., Ruj, B., & Chatterj, P. K. (2012). Development of Process for Disposal of Plastic Waste Using Plasma Pyrolysis Technology and Option for

- Energy Recovery. *Procedia Engineering*, 42, 420–430. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.433>
- Qu, Y., Li, H., Wang, X., Tian, W., Shi, B., Yao, M., & Zhang, Y. (2019). Bioleaching of Major, Rare Earth, and Radioactive Elements from Red Mud by using Indigenous Chemoheterotrophic Bacterium *Acetobacter* sp. *Minerals*, 9(2), 67. <https://doi.org/10.3390/min9020067>
- Salimi, P., Norouzi, O., Pourhosseini, S. E. M., Bartocci, P., Tavasoli, A., Di Maria, F., Mahdipour Pirbazari, S., Bidini, G., & Fantozzi, F. (2019). Magnetic biochar obtained through catalytic pyrolysis of macroalgae: A promising anode material for Li-ion Batteries. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.077>
- Sané, S., Jolival, C., Mittler, G., Nielsen, P. J., Rubenwolf, S., Zengerle, R., & Kerzenmacher, S. (2013). Overcoming Bottlenecks of Enzymatic Biofuel Cell Cathodes: Crude Fungal Culture Supernatant Can Help to Extend Lifetime and Reduce Cost. *ChemSusChem*, 6(7), 1209–1215. <https://doi.org/10.1002/cssc.201300205>
- Savage, N. (2012, January 27). Nanostructures Catch the Light. *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*. <https://spectrum.ieee.org/green-tech/solar/nanostructures-catch-the-light>
- Scott, C. (2018, February 8). Clemson University Scientists Generate Clean Energy with 3D Printed Graphene. *3DPrint.Com | The Voice of 3D Printing / Additive Manufacturing*. <https://3dprint.com/203022/clean-energy-3d-printed-graphene/>
- Shahpurnia, M., Packirisamy, M., Juneau, P., & Zazubovich, V. (2015). Micro photosynthetic power cell for power generation from photosynthesis of algae. *TECHNOLOGY*, 03(02n03), 119–126. <https://doi.org/10.1142/S2339547815400099>
- Smith, L. (2018, April 8). Zinc Batteries: Stable MnO<sub>2</sub> Cathodes and Knittable Battery Tech. *Advanced Science News*. <https://www.advancedsciencenews.com/knittable-zinc-air-batteries/>
- Smith, M. (n.d.). Fern-Like Sheets of Graphene Could Boost Solar Panel Efficiency. *Seeker*. Retrieved June 22, 2020, from <https://www.seeker.com/tech/materials/fern-like-sheets-of-graphene-could-boost-solar-panel-efficiency>
- Sogabe, T., Shen, Q., & Yamaguchi, K. (2016). Recent progress on quantum dot solar cells: A review. *Journal of Photonics for Energy*, 6(4), 040901. <https://doi.org/10.1117/1.JPE.6.040901>
- Subban, R. H. Y., Arof, A. K., & Radhakrishna, S. (1996). Polymer batteries with chitosan electrolyte mixed with sodium perchlorate. *Materials Science and Engineering: B*, 38(1), 156–160. [https://doi.org/10.1016/0921-5107\(95\)01508-6](https://doi.org/10.1016/0921-5107(95)01508-6)
- Sun, J., Cui, B., Chu, F., Yun, C., He, M., Li, L., & Song, Y. (2018). Printable Nanomaterials for the Fabrication of High-Performance Supercapacitors. *Nanomaterials*, 8(7), 528. <https://doi.org/10.3390/nano8070528>
- Sundar, V. C., Yablon, A. D., Grazul, J. L., Ilan, M., & Aizenberg, J. (2003). Fibre-optical features of a glass sponge. *Nature*, 424(6951), 899–900. <https://doi.org/10.1038/424899a>
- Sundaram, M. (n.d.). *Electrochemical Additive Manufacturing*. 29.
- Thekkekkara, L. V., & Gu, M. (2017). Bioinspired fractal electrodes for solar energy storages. *Scientific Reports*, 7, 45585. <https://doi.org/10.1038/srep45585>
- Ulloa, C., Eguía, P., Miguez, J. L., Porteiro, J., Pousada-Carballo, J. M., & Cacabelos, A. (2013). Feasibility of using a Stirling engine-based micro-CHP to provide heat and electricity to a recreational sailing boat in different European ports. *Applied Thermal Engineering*, 59(1), 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.06.015>
- Wang, Z., Xu, C., Tammela, P., Huo, J., Strømme, M., Edström, K., Gustafsson, T., & Nyholm, L. (2015). Flexible freestanding *Cladophora* nanocellulose paper based Si anodes for lithium-ion batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, 3, 14109–14115. <https://doi.org/10.1039/C5TA02136G>
- Whiteside, M. D., Werner, G. D. A., Caldas, V. E. A., van't Padje, A., Dupin, S. E., Elbers, B., Bakker, M., Wyatt, G. A. K., Klein, M., Hink, M. A., Postma, M., Vaitla, B., Noë, R., Shimizu, T. S., West, S. A., & Kiers, E. T. (2019). Mycorrhizal Fungi Respond to Resource Inequality by Moving Phosphorus from Rich to Poor Patches across Networks. *Current Biology*, 29(12), 2043–2050.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.061>
- Yang, J., Qi, G.-Q., Liu, Y., Bao, R.-Y., Liu, Z.-Y., Yang, W., Xie, B., & Yang, M.-B. (2016). Hybrid graphene aerogels/phase change material composites: Thermal conductivity, shape-stabilization and light-to-thermal energy storage. *Carbon*, 100, 693–702. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2016.01.063>
- Yang, Y., & You, J. (2017). Make perovskite solar cells stable. *Nature News*, 544(7649), 155. <https://doi.org/10.1038/544155a>
- Ye, R., Chyan, Y., Zhang, J., Li, Y., Han, X., Kittrell, C., & Tour, J. M. (2017). Laser-Induced Graphene Formation on Wood. *Advanced Materials*, 29(37), 1702211. <https://doi.org/10.1002/adma.201702211>
- Yoon, J., Kim, U., Yoo, Y., Byeon, J., Lee, S.-K., Nam, J.-S., Kim, K., Zhang, Q., Kauppinen, E. I., Maruyama, S., Lee, P., & Jeon, I. (2021). Foldable Perovskite Solar Cells Using Carbon Nanotube-Embedded Ultrathin Polyimide Conductor. *Advanced Science*, 8(7). <https://doi.org/10.1002/adv.202004092>
- Yu, Z., Tetard, L., Zhai, L., & Thomas, J. (2015). Supercapacitor electrode materials: Nanostructures from 0 to 3 dimensions. *Energy & Environmental Science*, 8(3), 702–730. <https://doi.org/10.1039/C4EE03229B>
- Zhou, Y., Guan, X., Zhou, H., Ramadoss, K., Adam, S., Liu, H., Lee, S., Shi, J., Tsuchiya, M., Fong, D. D., & Ramanathan, S. (2016). Strongly correlated perovskite fuel cells. *Nature*, 534(7606), 231. <https://doi.org/10.1038/nature17653>





## Технологические ссылки к Главе 2 (Становление Земным)

- Adamatzky, A. (2018). Towards fungal computer. *Interface Focus*, 8(6), 20180029. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2018.0029>
- Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2014). Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemosphere*, 99, 19–33. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.071>
- Åkesson, D., Foltynowicz, Z., Christéen, J., & Skrifvars, M. (2012). Microwave pyrolysis as a method of recycling glass fibre from used blades of wind turbines. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 31(17), 1136–1142. <https://doi.org/10.1177/0731684412453512>
- Alqadoori, M. (2018). The Used Raw Clay in Composite of Electrode Fabricate for Super capacitor.
- Bruckman, V., & Klinglmüller, M. (2014). Potentials to Mitigate Climate Change Using Biochar—The Austrian Perspective. *IUFRO Occasional Papers*, 27, 1–23.
- Chen, S. (2020). Catalytic Graphitization of Biochar to Produce Graphitic Carbon Materials. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-279436>
- Clemmensen, K. E., Bahr, A., Ovaskainen, O., Dahlberg, A., Ekblad, A., Wallander, H., Stenlid, J., Finlay, R. D., Wardle, D. A., & Lindahl, B. D. (2013). Roots and Associated Fungi Drive Long-Term Carbon Sequestration in Boreal Forest. *Science*, 339(6127), 1615–1618. <https://doi.org/10.1126/science.1231923>
- Covey, K., Soper, F., Pangala, S., Bernardino, A., Pagliaro, Z., Basso, L., Cassol, H., Fearnside, P., Navarrete, D., Novoa, S., Sawakuchi, H., Lovejoy, T., Marengo, J., Peres, C. A., Baillie, J., Bernasconi, P., Camargo, J., Freitas, C., Hoffman, B., ... Elmore, A. (2021). Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Climate in a Rapidly Changing Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.618401>
- Damschen, E. I., Brudvig, L. A., Burt, M. A., Fletcher, R. J., Haddad, N. M., Levey, D. J., Orrock, J. L., Resasco, J., & Tewksbury, J. J. (2019). Ongoing accumulation of plant diversity through habitat connectivity in an 18-year experiment. *Science*, 365(6460), 1478. <https://doi.org/10.1126/science.aax8992>
- Dumanli, A. G., & Windle, A. H. (2012). Carbon fibres from cellulosic precursors: A review. *Journal of Materials Science*, 47(10), 4236–4250. <https://doi.org/10.1007/s10853-011-6081-8>
- Fang, Z., Gao, Y., Bolan, N., Shaheen, S. M., Xu, S., Wu, X., Xu, X., Hu, H., Lin, J., Zhang, F., Li, J., Rinklebe, J., & Wang, H. (2020). Conversion of biological solid waste to graphene-containing biochar for water remediation: A critical review. *Chemical Engineering Journal*, 390, 124611. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124611>
- Fornes, F., & Belda, R. M. (2018). Biochar versus hydrochar as growth media constituents for ornamental plant cultivation. *Scientia Agricola*, 75(4), 304–312. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0062>
- Fukuoka, M. (1978). *The one-straw revolution: An introduction to natural farming*.
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., & Zech, W. (2001). The “Terra Preta” phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88(1), 37–41. <https://doi.org/10.1007/s001140000193>
- Gow, N. A. R., & Morris, B. M. (1995). The electric fungus. *Botanical Journal of Scotland*, 47(2), 263–277. <https://doi.org/10.1080/03746609508684833>
- Guest, P. (2019, April 28). Tropical forests are dying. Seed-slinging drones can save them. *Wired UK*. <https://www.wired.co.uk/article/feature-biocarbon-drones>
- Hammer, E. C., Balogh-Brunstad, Z., Jakobsen, I., Olsson, P. A., Stipp, S. L. S., & Rillig, M. C. (2014). A mycorrhizal fungus grows on biochar and captures phosphorus from its surfaces. *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.06.012>
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7, 41292. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18895-6>
- Hao, J., Huang, Y., He, C., Xu, W., Yuan, L., Shu, D., Song, X., & Meng, T. (2018). Bio-templated fabrication of three-dimensional network activated carbons derived from mycelium pellets for supercapacitor applications. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18895-6>
- Hornung, A., Khan, Harfield, Hillen, & Stenzel, F. (2017, August 25). Biochar: Production, Characterization and Applications ECI Conference. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21385.75366>
- Jabr, F. (2020, December 3). The Social Life of Forests. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/interactive/2020/12/02/magazine/tree-communication-mycorrhiza.html>
- Kambo, H. S., & Dutta, A. (2015). A comparative review of biochar and hydrochar in terms of production, physico-chemical properties and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 359–378. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.050>
- Kim, Y., Oh, J.-I., Lee, S. S., Lee, K. H., Lee, J., & Kwon, E. E. (2019). Decontamination of petroleum-contaminated soil via pyrolysis under carbon dioxide atmosphere. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117724. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117724>
- Kooperman, G. J., Chen, Y., Hoffman, F. M., Koven, C. D., Lindsay, K., Pritchard, M. S., Swann, A. L. S., & Randerson, J. T. (2018). Forest response to rising CO<sub>2</sub> drives zonally asymmetric rainfall change over tropical land. *Nature Climate Change*, 8(5), 434–440. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0144-7>
- Lam, S. S., Azwar, E., Peng, W., Tsang, Y. F., Ma, N. L., Liu, Z., Park, Y.-K., & Kwon, E. E. (2019). Cleaner conversion of bamboo into carbon fibre with favourable physicochemical and capacitive properties via microwave pyrolysis combining with solvent extraction and chemical impregnation. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117692. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117692>
- Lam, S. S., Lee, X. Y., Nam, W. L., Phang, X. Y., Liew, R. K., Yek, P. N., Ho, Y. L., Ma, N. L., & Rosli, M. H. (2019). Microwave vacuum pyrolysis conversion of waste mushroom substrate into biochar for use as growth medium in mushroom cultivation. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 94(5), 1406–1415. <https://doi.org/10.1002/jctb.5897>
- Lam, S. S., Liew, R. K., Wong, Y. M., Yek, P. N. Y., Ma, N. L., Lee, C. L., & Chase, H. A. (2017). Microwave-assisted pyrolysis with chemical activation, an innovative method to convert orange peel into activated carbon with improved properties as dye adsorbent. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1376–1387. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.131>
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). *Biochar for environmental management*. Earthscan London.
- Lim, A., Atmaja, P. C., & Rustiani, S. (2020). Bio-mediated soil improvement of loose sand with fungus. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 12(1), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2019.09.004>
- Liou, Y.-J., & Huang, W.-J. (2015). A Process for Preparing High Graphene Sheet Content Carbon Materials from Biochar Materials. *Electroplating of Nanostructures*. <https://doi.org/10.5772/61200>
- Liu, H., Ning, W., Cheng, P., Zhang, J., Wang, Y., & Zhang, C. (2013). Evaluation of animal hairs-based activated carbon for sorption of norfloxacin and acetaminophen by comparing with cattail fiber-based activated carbon. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 101, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.01.016>

- Loterie, D., Delrot, P., & Moser, C. (2018). Volumetric 3D printing of elastomers by tomographic back-projections. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20027.46889>
- Menéndez, J. A., Arenillas, A., Fidalgo, B., Fernández, Y., Zubizarreta, L., Calvo, E. G., & Bermúdez, J. M. (2010). Microwave heating processes involving carbon materials. *Fuel Processing Technology*, 91(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2009.08.021>
- Miyawaki, A. (1999). Creative Ecology: Restoration of Native Forests by Native Trees. *Plant Biotechnology*, 16(1), 15–25. <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.16.15>
- Miyawaki, A. (2004). Restoration of living environment based on vegetation ecology: Theory and practice. *Ecological Research*, 19(1), 83–90. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1703.2003.00606.x>
- Nahil, M. A., & Williams, P. T. (2011). Recycling of carbon fibre reinforced polymeric waste for the production of activated carbon fibres. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 91(1), 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.01.005>
- Ngatia, L. W., Iii, J. M. G., Moriasi, D., Bolques, A., Osei, G. K., & Taylor, R. W. (2019). Biochar Phosphorus Sorption-Desorption: Potential Phosphorus Eutrophication Mitigation Strategy. *Biochar - An Imperative Amendment for Soil and the Environment*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82092>
- O'Donnell, A., Dweib, M. A., & Wool, R. P. (2004). Natural fiber composites with plant oil-based resin. *Composites Science and Technology*, 64(9), 1135–1145. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2003.09.024>
- Ok, Y. S., Uchimiya, S. M., Chang, S. X., & Bolan, N. (Eds.). (2015). *Biochar: Production, Characterization, and Applications* (0 ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18920>
- Ok, Y.-S., Uchimiya, S. M., Chang, S. X., & Bolan, N. (2015). *Biochar: Production, Characterization, and Applications*. CRC Press LLC. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ahono/detail.action?docID=4742713>
- Özçimen, D., İnan, B., Akış, S., & Koçer, A. T. (2015). Utilization Alternatives of Algal Wastes for Solid Algal Products. In A. Prokop, R. K. Bajpai, & M. E. Zappi (Eds.), *Algal Biorefineries: Volume 2: Products and Refinery Design* (pp. 393–418). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20200-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20200-6_12)
- Pandit, N. R., Schmidt, H. P., Mulder, J., Hale, S., Husson, O., & Cornelissen, G. (2019). Nutrient effect of various composting methods with and without biochar on soil fertility and maize growth. *Archives of Agronomy and Soil Science*. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2616800>
- Pilehvar, S., Arnhof, M., Pamies, R., Valentini, L., & Kjøniksen, A.-L. (2020). Utilization of urea as an accessible superplasticizer on the moon for lunar geopolymer mixtures. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119177. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119177>
- Punčochář, M., Ruj, B., & Chatterj, P. K. (2012). Development of Process for Disposal of Plastic Waste Using Plasma Pyrolysis Technology and Option for Energy Recovery. *Procedia Engineering*, 42, 420–430. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.433>
- Rajapaksha, A. U., Mohan, D., Igalavithana, A. D., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2015). Definitions and Fundamentals of Biochar. In *Biochar: Production, Characterization, and Applications* (p. 13). CRC Press LLC.
- Salehi, R., Dadashian, F., & Abedi, M. (2017). Preparation of activated carbon fabrics from cotton fabric precursor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 254, 042024. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/254/4/042024>
- Singh, K. (2015). WOMEN AND THEIR ROLE IN NATURAL RESOURCES: A STUDY IN WESTERN HIMALAYAS. *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, 3(10), 128–138. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v3.i10.2015.2938>
- Smith, A. (2014). Socially Useful Production. *STEPS Working Paper*, 58, 44.
- Steidinger, B. S., Crowther, T. W., Liang, J., Van Nuland, M. E., Werner, G. D. A., Reich, P. B., Nabuurs, G. J., de-Miguel, S., Zhou, M., Picard, N., Herault, B., Zhao, X., Zhang, C., Routh, D., & Peay, K. G. (2019). Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses. *Nature*, 569(7756), 404–408. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1128-0>
- Terrer, C., Phillips, R. P., Hungate, B. A., Rosende, J., Pett-Ridge, J., Craig, M. E., van Groenigen, K. J., Keenan, T. F., Sulman, B. N., Stocker, B. D., Reich, P. B., Pellegrini, A. F. A., Pendall, E., Zhang, H., Evans, R. D., Carrillo, Y., Fisher, J. B., Van Sundert, K., Vicca, S., & Jackson, R. B. (2021). A trade-off between plant and soil carbon storage under elevated CO<sub>2</sub>. *Nature*, 591(7851), 599–603. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03306-8>
- Tsang, D. C. W., Beiyuan, J., & Deng, M. (2015). Emerging Applications of Biochar. In *Biochar* (p. 19). CRC Press LLC.
- Tsing, A. L. (2015). The mushroom at the end of the world on the possibility of life in capitalist ruins. <http://portal.igpublish.com/iglibrary/search/PUB0004227.html>
- Turner, G. W., Parrish, A. N., Zager, J. J., Fishedick, J. T., & Lange, B. M. (2019). Assessment of flux through oleoresin biosynthesis in epithelial cells of loblolly pine resin ducts. *Journal of Experimental Botany*, 70(1), 217–230. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery338>
- University, © Stanford, Stanford, & California 94305. (2016, June 9). Biological transistor enables computing within living cells. *Stanford School of Engineering*. <https://engineering.stanford.edu/magazine/article/biological-transistor-enables-computing-within-living-cells>
- University, © Stanford, Stanford, & California 94305. (2020, June 15). Researchers develop an artificial synapse that works with living cells. *Stanford School of Engineering*. <https://engineering.stanford.edu/magazine/article/researchers-develop-artificial-synapse-works-living-cells>
- Vincevica-Gaile, Z., Stankevica, K., Irtiseva, K., Shishkin, A., Obuka, V., Celma, S., Ozolins, J., & Klavins, M. (2019). Granulation of fly ash and biochar with organic lake sediments – A way to sustainable utilization of waste from bioenergy production. *Biomass and Bioenergy*, 125, 23–33. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.04.004>
- Vold, J. L. L. (2015). Microwave Torrefaction of Natural Fibers for Incorporation into Engineering Thermoplastic Biocomposites. <https://library.ndsu.edu/ir/handle/10365/24819>
- Wang, H., Xu, Z., Kohandehghan, A., Li, Z., Cui, K., Tan, X., Stephenson, T. J., King'ondo, C. K., Holt, C. M. B., Olsen, B. C., Tak, J. K., Harfield, D., Anyia, A. O., & Mitlin, D. (2013). Interconnected Carbon Nanosheets Derived from Hemp for Ultrafast Supercapacitors with High Energy. *ACS Nano*, 7(6), 5131–5141. <https://doi.org/10.1021/nn400731g>
- Warren, D. (n.d.). *Low Cost Carbon Fiber Overview*. 29.
- Watson, J., & Davis, W. (2019). Lo-TEK : design by radical indigenism. [/z-wcorg/](http://w-corg/)
- Whiteside, M. D., Werner, G. D. A., Caldas, V. E. A., van't Padje, A., Dupin, S. E., Elbers, B., Bakker, M., Wyatt, G. A. K., Klein, M., Hink, M. A., Postma, M., Vaitla, B., Noë, R., Shimizu, T. S., West, S. A., & Kiers, E. T. (2019). Mycorrhizal Fungi Respond to Resource Inequality by Moving Phosphorus from Rich to Poor Patches across Networks. *Current Biology*, 29(12), 2043–2050.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.061>
- Williams, P. T., & Reed, A. R. (2004). High grade activated carbon matting derived from the chemical activation and pyrolysis of natural fibre textile waste. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 71(2), 971–986. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2003.12.007>
- Zhou, L., Xu, D., Li, Y., Pan, Q., Wang, J., Xue, L., & Howard, A. (2019). Phosphorus and Nitrogen Adsorption Capacities of Biochars Derived from Feedstocks at Different Pyrolysis Temperatures. *Water*, 11(8), 1559. <https://doi.org/10.3390/w11081559>
- Zhu, Y., Tang, W., Jin, X., & Shan, B. (2019). Using biochar capping to reduce

nitrogen release from sediments in eutrophic lakes. *Science of The Total Environment*, 646, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.277>

- Attias, N., Danai, O., Ezov, N., Tarazi, E., & Grobman, J. (2017, September 6). Developing novel applications of mycelium based bio-composite materials for design and architecture.
- Bain, J. (2015). Bioinspired nanoreactors for the biomineralisation of metallic-based nanoparticles for nanomedicine. 14.
- Bain, J., & Staniland, S. (2015). Bioinspired nanoreactors for the biomineralisation of metallic-based nanoparticles for nanomedicine. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17(24), 15508–15521. <https://doi.org/10.1039/C5CP00375J>
- Beeby, S., & White, N. (2010). *Energy Harvesting for Autonomous Systems*. Artech House.
- Blankespoor, B., Dasgupta, S., & Lange, G.-M. (2017). Mangroves as a protection from storm surges in a changing climate. *Ambio*, 46(4), 478–491. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0838-x>
- Boström-Einarsson, L., Babcock, R. C., Bayraktarov, E., Ceccarelli, D., Cook, N., Ferse, S. C. A., Hancock, B., Harrison, P., Hein, M., Shaver, E., Smith, A., Suggett, D., Stewart-Sinclair, P. J., Vardi, T., & McLeod, I. M. (2020). Coral restoration – A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. *PLOS ONE*, 15(1), e0226631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631>
- Brisson, V. L., Zhuang, W.-Q., & Alvarez-Cohen, L. (2016). Bioleaching of rare earth elements from monazite sand. *Biotechnology and Bioengineering*, 113(2), 339–348. <https://doi.org/10.1002/bit.25823>
- Chamberland, V. F., Petersen, D., Guest, J. R., Petersen, U., Brittsan, M., & Vermeij, M. J. A. (2017). New Seeding Approach Reduces Costs and Time to Outplant Sexually Propagated Corals for Reef Restoration. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17555-z>
- Cockell, C. S., Rettberg, P., Rabbow, E., & Olsson-Francis, K. (2011). Exposure of phototrophs to 548 days in low Earth orbit: Microbial selection pressures in outer space and on early earth. *The ISME Journal*, 5(10), 1671–1682. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.46>
- Cockell, C. S., Santomartino, R., Finster, K., Waajen, A. C., Eades, L. J., Moeller, R., Rettberg, P., Fuchs, F. M., Van Houdt, R., Leys, N., Coninx, L., Hatton, J., Parmitano, L., Krause, J., Koehler, A., Caplin, N., Zuijderduijn, L., Mariani, A., Pellari, S. S., ... Demets, R. (2020). Space station biomineral experiment demonstrates rare earth element extraction in microgravity and Mars gravity. *Nature Communications*, 11(1), 5523. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19276-w>
- Contreras, S., Pieber, M., & Tohá, J. (1981). Purification of wastewater by electrolysis. *Biotechnology and Bioengineering*, 23(8), 1881–1887. <https://doi.org/10.1002/bit.260230814>
- Divya A. (2020, August 14). Ice stupas help ghost villages of Ladakh become habitable again. *The Indian Express*. <https://indianexpress.com/article/india/ice-stupas-help-ghost-villages-of-ladakh-become-habitable-again-6554438/>
- Gazem, M. A. H., & Nazareth, S. (2013). Sorption of lead and copper from an aqueous phase system by marine-derived *Aspergillus* species. *Annals of Microbiology*, 63(2), 503–511. <https://doi.org/10.1007/s13213-012-0495-7>
- Geneseo, S. U. of N. Y. at. (n.d.). To Rebuild Coral Reefs Quickly, Just Add Electricity. *Treehugger*. Retrieved August 27, 2020, from <https://www.treehugger.com/rebuild-coral-reefs-quickly-just-add-electricity-4867751>
- Goreau, T. J. F. (2012). Marine Electrolysis for Building Materials and Environmental Restoration. *Electrolysis*. <https://doi.org/10.5772/48783>
- Goreau, T. J. F., Hilbertz, W., Azeez, A., Hakeem, A., & Allen, J. (2003). Shore protection, beach formation, and production of building materials and energy using seawater electrolysis technology. *Oceans 2003. Celebrating the Past ... Teaming Toward the Future (IEEE Cat. No.03CH37492)*, 5, 2366–2366. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2003.178283>
- Goreau, T. J. F., & Prong, P. (2017). Biorock Electric Reefs Grow Back Severely Eroded Beaches in Months. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4), 48. <https://doi.org/10.3390/jmse5040048>
- Greenwood, V. (2015, February 11). To Save Coral Reefs, First Save the Mangroves. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/news/2015/2/150210-mangrove-protect-coral-bleaching-science/>
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7, 41292.
- Heidrich, E. S., Dolfing, J., Scott, K., Edwards, S. R., Jones, C., & Curtis, T. P. (2013). Production of hydrogen from domestic wastewater in a pilot-scale microbial electrolysis cell. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(15), 6979–6989. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4456-7>
- Hilbertz, W. (1979). Electrodeposition of minerals in sea water: Experiments and applications. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 4(3), 94–113. <https://doi.org/10.1109/JOE.1979.1145428>
- Johnson, M. (2019a, July 5). Science Soars to the Space Station on SpaceX CRS-18 [Text]. *NASA*. [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/news/spx18-research](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/spx18-research)
- Johnson, M. (2019b, July 18). Harnessing the power of microbes for mining in space [Text]. *NASA*. [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/news/biorock-iss-research-microbes-space](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/biorock-iss-research-microbes-space)
- Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E.-J., & Camere, S. (2018). When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. *International Journal of Design*, 12, 119–136.
- Kim, D., Kim, W., Yun, C., Son, D., Chang, D., Bae, H., Lee, Y., Sunwoo, Y., & Hong, K. (2013). Agro-industrial Wastewater Treatment by Electrolysis Technology. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 8, 16.
- Kim, H., Yang, S., Rao, S. R., Narayanan, S., Kapustin, E. A., Furukawa, H., Umans, A. S., Yaghi, O. M., & Wang, E. N. (2017). Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered by natural sunlight. *Science*, 356(6336), 430–434. <https://doi.org/10.1126/science.aam8743>
- Lackner, K. S., Wendt, C. H., Butt, D. P., Joyce, E. L., & Sharp, D. H. (1995). Carbon dioxide disposal in carbonate minerals. *Energy*, 20(11), 1153–1170. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(95\)00071-N](https://doi.org/10.1016/0360-5442(95)00071-N)
- Li, Z., Li, C., Liu, X., Cao, L., Li, P., Wei, R., Li, X., Guo, D., Huang, K.-W., & Lai, Z. (2021). Continuous electrical pumping membrane process for seawater lithium mining. *Energy & Environmental Science*, 14(5), 3152–3159. <https://doi.org/10.1039/D1EE00354B>
- Liang, X., & Gadd, G. M. (2017). Metal and metalloid biorecovery using fungi. *Microbial Biotechnology*, 10(5), 1199–1205. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12767>
- Lim, A., Atmaja, P. C., & Rustiani, S. (2020). Bio-mediated soil improvement of loose sand with fungus. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 12(1), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2019.09.004>
- Loudon, C.-M., Nicholson, N., Finster, K., Leys, N., Byloos, B., Houdt, R. V., Rettberg, P., Moeller, R., Fuchs, F. M., Demets, R., Krause, J., Vukich, M., Mariani, A., & Cockell, C. (2018). BioRock: New experiments and hardware to investigate microbe–mineral interactions in space. *International Journal of*

- Astrobiology, 17(4), 303–313. <https://doi.org/10.1017/S1473550417000234>
- Mani, D., & Kumar, C. (2014). Biotechnological advances in bioremediation of heavy metals contaminated ecosystems: An overview with special reference to phytoremediation. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11(3), 843–872. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0299-8>
- Moskvitch, K. (2012, March 21). Biomining: Bacteria “mine” copper. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/technology-17406375>
- Murphy, A. (2016, January 20). Bioleaching of Rare Earth Elements. *Advanced Science News*. <https://www.advancedsciencenews.com/bioleaching-of-rare-earth-elements/>
- Puspasari, R., Wiadnyana, N. N., Hartati, S. T., & Rachmawati, R. (2020). EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL REEF IN INCREASING THE RESILIENCE OF CORAL REEF ECOSYSTEMS OVER CLIMATE VARIABILITY. *Jurnal Segara*, 16(2), 117–128. <https://doi.org/10.15578/segara.v16i2.9093>
- Qu, Y., Li, H., Wang, X., Tian, W., Shi, B., Yao, M., & Zhang, Y. (2019). Bioleaching of Major, Rare Earth, and Radioactive Elements from Red Mud by using Indigenous Chemoheterotrophic Bacterium *Acetobacter* sp. *Minerals*, 9(2), 67. <https://doi.org/10.3390/min9020067>
- Rawlings, D. E., & Johnson, B. D. (Eds.). (2007). *Biomining*. Springer.
- Reed, D. W., Fujita, Y., Daubaras, D. L., Jiao, Y., & Thompson, V. S. (2016). Bioleaching of rare earth elements from waste phosphors and cracking catalysts. *Hydrometallurgy*, 166, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.08.006>
- Rojas, A., Arunachalam, K., Garcia, M., & Sfeir, M. (2013). AADRL BEHAVIOURAL PRODUCTION: THREAD. AA School of Architecture, London. [https://www.kokkugia.com/AADRL-aerial-robot-thread-construction?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.com](https://www.kokkugia.com/AADRL-aerial-robot-thread-construction?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com)
- Salimi, P., Norouzi, O., Pourhosseini, S. E. M., Bartocci, P., Tavasoli, A., Di Maria, F., Mahdipour Pirbazari, S., Bidini, G., & Fantozzi, F. (2019). Magnetic biochar obtained through catalytic pyrolysis of macroalgae: A promising anode material for Li-ion Batteries. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.077>
- Sané, S., Jolival, C., Mittler, G., Nielsen, P. J., Rubenwolf, S., Zengerle, R., & Kerzenmacher, S. (2013). Overcoming Bottlenecks of Enzymatic Biofuel Cell Cathodes: Crude Fungal Culture Supernatant Can Help to Extend Lifetime and Reduce Cost. *ChemSusChem*, 6(7), 1209–1215. <https://doi.org/10.1002/cssc.201300205>
- Sato, G., Fisseha, A., Gebrekiros, S., Karim, H. A., Negassi, S., Fischer, M., Yemane, E., Teclamarium, J., & Riley, R. (2005). A novel approach to growing mangroves on the coastal mud flats of Eritrea with the potential for relieving regional poverty and hunger. *Wetlands*, 25(3), 776–779. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2005\)025\[0776:ANATGM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2005)025[0776:ANATGM]2.0.CO;2)
- Schippers, A., Hedrich, S., Vasters, J., Drobe, M., Sand, W., & Willscher, S. (2013). Biomining: Metal Recovery from Ores with Microorganisms. In A. Schippers, F. Glombitza, & W. Sand (Eds.), *Geobiotechnology I* (Vol. 141, pp. 1–47). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/10\\_2013\\_216](https://doi.org/10.1007/10_2013_216)
- Sundaram, M. (n.d.). *Electrochemical Additive Manufacturing*. 29.
- Tambutté, S., Holcomb, M., Ferrier-Pagès, C., Reynaud, S., Tambuté, É., Zoccola, D., & Allemand, D. (2011). Coral biomineralization: From the gene to the environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 408(1), 58–78. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.07.026>
- Tartakovskiy, B., Mehta, P., Bourque, J.-S., & Guiot, S. R. (2011). Electrolysis-enhanced anaerobic digestion of wastewater. *Bioresource Technology*, 102(10), 5685–5691. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.02.097>
- Thompson, V. S., Gupta, M., Jin, H., Vahidi, E., Yim, M., Jindra, M. A., Nguyen, V., Fujita, Y., Sutherland, J. W., Jiao, Y., & Reed, D. W. (2018). Techno-economic and Life Cycle Analysis for Bioleaching Rare-Earth Elements from Waste Materials. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(2), 1602–1609. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02771>
- Voutsinos, M. (n.d.). Biomining the elements of the future. *The Conversation*. Retrieved August 19, 2020, from <http://theconversation.com/biomining-the-elements-of-the-future-87621>
- Wang, L., Wang, J., He, C., Lyu, W., Zhang, W., Yan, W., & Yang, L. (2019). Development of rare earth element doped magnetic biochars with enhanced phosphate adsorption performance. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 561, 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.10.082>
- Wang, L., Yu, T., Ma, F., Vitus, T., Bai, S., & Yang, J. (2019). Novel self-immobilized biomass mixture based on mycelium pellets for wastewater treatment: A review. *Water Environment Research: A Research Publication of the Water Environment Federation*, 91(2), 93–100. <https://doi.org/10.1002/wer.1026>
- Whitney, K. D. (1989). Systems of Biomineralization in the Fungi. In R. E. Crick (Ed.), *Origin, Evolution, and Modern Aspects of Biomineralization in Plants and Animals* (pp. 433–441). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6114-6\\_34](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6114-6_34)
- Wilson-Corral, V., Anderson, C., Rodriguez-Lopez, M., Arenas-Vargas, M., & Lopez-Perez, J. (2011). Phytoextraction of gold and copper from mine tailings with *Helianthus annuus* L. and *Kalanchoe serrata* L. *Minerals Engineering*, 24(13), 1488–1494. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.07.014>
- Wu, Y., Meng, Y., Yakupoglu, B., & Adams, M. (2019). A metamaterial/liquid-core waveguide microfluidic optical sensor. *Sensors and Actuators A: Physical*, 300, 111592. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111592>
- Xu, H., He, Y., Strobel, K. L., Gilmore, C. K., Kelley, S. P., Hennick, C. C., Sebastian, T., Woolston, M. R., Perreault, D. J., & Barrett, S. R. H. (2018). Flight of an aeroplane with solid-state propulsion. *Nature*, 563(7732), 532–535. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0707-9>
- Xu, W., Jian, H., Liu, Y., Zeng, G., Li, X., Gu, Y., & Tan, X. (2015). Removal of Chromium (VI) from Aqueous Solution Using Mycelial Pellets of *Penicillium simplicissimum* Impregnated with Powdered Biochar. *Bioremediation Journal*, 19(4), 259–268. <https://doi.org/10.1080/10889868.2015.1066302>
- Yang, W., Wang, Z., Song, S., Han, J., Chen, H., Wang, X., Sun, R., & Cheng, J. (2019). Adsorption of copper(II) and lead(II) from seawater using hydrothermal biochar derived from *Enteromorpha*. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110586. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110586>
- Yi, L., Xia, Y., Tan, Z., Fang, X., Zhao, L., Wu, H., & Guo, S. (2020). Design of tubelike aerogels with macropores from bamboo fungus for fast oil/water separation. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121558. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121558>
- Zhao, F., Zhou, X., Liu, Y., Shi, Y., Dai, Y., & Yu, G. (2019). Super Moisture-Absorbent Gels for All-Weather Atmospheric Water Harvesting. *Advanced Materials*, 31(10), 1806446. <https://doi.org/10.1002/adma.201806446>
- Zhu, Y., Tang, W., Jin, X., & Shan, B. (2019). Using biochar capping to reduce nitrogen release from sediments in eutrophic lakes. *Science of The Total Environment*, 646, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.277>
- Zhuang, W.-Q., Fitts, J. P., Ajo-Franklin, C. M., Maes, S., Alvarez-Cohen, L., & Hennebel, T. (2015). Recovery of critical metals using biometallurgy. *Current Opinion in Biotechnology*, 33, 327–335. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.03.019>
- Zielińska, A., Oleszczuk, P., Charmas, B., Skubiszewska-Zięba, J., & Pasieczna-Patkowska, S. (2015). Effect of sewage sludge properties on the biochar characteristic. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 112, 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.01.025>







Данная публикация создана **Jomy Joseph** в рамках распространения кандидатской диссертации -  
проекта исследования через Дизайн.

Благодарности прекрасным людям, помогавшим в создании этой работы:

Научные руководители: **Håkan Edeholt** и **Bodhisattva Chattopadhyay**

Иллюстрации к главам книги : **Sephin Alexander**

Перевод: **Vyacheslav Lyakhov**

PHD ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРЕЗ ДИЗАЙН 2021

