

## **ВОДА БЫЛА, ВОДА ПОКА ЕСТЬ. А ЧТО БУДЕТ ПОТОМ?**

А.А. Старцев, доктор философии, профессор Международного университета фундаментального обучения, Оксфордская образовательная сеть, член-корреспондент РАЕН, директор Международного центра содействия реализации программ и проектов ЮНИДО, международный эксперт ЮНИДО, [star.unido@yandex.ru](mailto:star.unido@yandex.ru)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Петербург, Россия

**Краткое резюме.** В этой статье излагается настоятельная необходимость фундаментального переосмысления глобального подхода к воде как к средству мира, а не как к самоцели. Показано, что природные экосистемы несут в себе информацию о характеристиках их оптимальной среды обитания и климата. Природные экосистемы стабилизируют климат и поддерживают устойчивый оборот пресной воды на суше, в котором важнейшую роль играет процесс испарения. Эта природная стабилизация называется биотической регуляцией. Без такой биотической регуляции окружающая среда и климат на Земле нестабильны и быстро деградируют до состояния, неблагоприятного для жизни. Деградация природных экосистем приводит к локальной и глобальной дестабилизации окружающей среды, климата и нарушению водного баланса. В результате происходит нарастание водного кризиса во многих регионах, связанных между собой атмосферными течениями влаги. Последствия водного кризиса драматичны, и несут угрозу существованию мира.

**Ключевые слова.** ООН, водный кризис, естественные экосистемы, малонарушенные естественные леса, транспирация, вода, перенос атмосферной влаги, биотический лесной насос, биотическая регуляция, обезлесивание.

### **THERE WAS WATER, THERE IS STILL WATER. AND WHAT WILL HAPPEN NEXT**

A.A. Startsev, Grand PhD, Professor of the International University of Fundamental Education, Oxford Educational Network, Member – Correspondent of the Russian Academy of Nature Science, Director of the International Centre for the Promotion of UNIDO Programs and Projects Implementation, UNIDO International Expert, [star.unido@yandex.ru](mailto:star.unido@yandex.ru)

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russia

**Abstract.** This article sets out the urgent need to fundamentally rethink the global approach to water as a vehicle of peace, rather than as an end in itself. It is shown that natural ecosystems carry information about the characteristics of their optimal environment and climate. Natural ecosystems stabilize the climate and support the sustainable circulation of freshwater on land, in which evaporation plays a crucial role. This natural stabilization is called biotic regulation. Without such biotic regulation, the environment and climate on Earth are unstable and rapidly deteriorate to a state unfavorable for life. The degradation of natural ecosystems results in a local and global destabilization of the environment, climate and water balance. As a result, there is an increase in the water crisis in many regions that are

interconnected by atmospheric moisture currents. The consequences of the water crisis are dramatic, and threaten the existence of peace.

**Key words.** UN, water crisis, natural ecosystems, natural intact forests, transpiration, water, atmospheric moisture transport, the biotic forest pump, biotic regulation, deforestation.

-----

В штаб-квартире ООН, в Нью-Йорке с 22 по 24 марта 2023 года проходила историческая Конференция по водным ресурсам. Историческая — поскольку состоялась она впервые за 46 лет. В своем выступлении глава ООН Антониу Гутерриш подчеркнул, что в сфере водных ресурсов сложилась «бедственная ситуация», человек потребляет воду «вампирически».

Генеральный секретарь ООН привел печальную статистику: почти три из четырех стихийных бедствий в мире связаны с водой; 2 млрд человек вообще не имеют доступа к безопасной питьевой воде; 3,6 млрд человек не имеют доступа к безопасной канализации; 44% бытовых сточных вод не подвергаются очистке; в 2019 году плохое состояние водных ресурсов вызвало 1,4 млн смертей; по прогнозам, численность городского населения, испытывающего нехватку воды в мире, увеличится: с 930 млн человек в 2016 году до 1,7 – 2,4 млрд человек в 2050 году. По прогнозам Всемирной метеорологической организации, к 2050 году дефицит воды в той или иной степени будут испытывать более пяти миллиардов жителей Земли[1].

ООН утверждает, что «водный кризис — это, прежде всего, изменение климата» и что «вода и изменение климата неразрывно связаны». В то же время последствия изменения климата широко признаются в качестве серьезной угрозы международному миру и безопасности. За последнее десятилетие Совет Безопасности ООН, главной обязанностью которого является поддержание международного мира и безопасности, всё чаще обсуждает климатические риски, несмотря на скептицизм со стороны некоторых государств-членов[2].

В конце 2020 года Специальной комиссией ООН было заявлено: если ситуация с изменением климата продолжит развиваться в том же направлении, то к 2050 году около 200 - 300 млн человек начнут мигрировать из мест традиционного обитания. Этому явлению нет аналогов в истории планеты. Что делать? Никто не знает. Переворачиваются все представления о границах государств. У человечества нет системы управления такого рода процессами.

На фоне нарастающих глобальных рисков мировые достижения научной мысли, новейшие технологии поражают воображение радужными фантастическими картинами будущего мира. Однако, главным белым пятном в современной науке остаются вопросы о том, как устроены ненарушенные человеком экосистемы - леса, реки, озёра, болота, тундра, океаны? Откуда

берётся пресная вода на суше? Как жизнь в этих экосистемах не прерывалась, а окружающая среда остаётся пригодной для многообразия жизни сотни миллионов лет? Без ответа на эти жизненно важные для цивилизации вопросы невозможно говорить определённо о нашем будущем.

За полвека интенсивных научных исследований были созданы глобальные спутниковые и наземные системы наблюдений и получены беспрецедентные по объёму и детализации данные о состоянии окружающей среды. Анализ этих данных выявил сложность и недостаточность исследований взаимосвязи биогеофизических процессов, определяющих земной климат. Наибольшая неопределённость оказалась связана с атмосферной влагой. С одной стороны, водяной пар и облачность являются главными парниковыми веществами (как и углекислый газ, они перенаправляют тепловое излучение обратно к поверхности Земли, что приводит к её нагреву). С другой стороны, облачность отражает солнечное излучение обратно в космос, что приводит к охлаждению поверхности. Без достоверной оценки роли атмосферной влаги невозможно оценить ни динамику возникновения дефицита пресной воды, ни влияние на климат избыточного углекислого газа. Поэтому в последние два десятилетия именно фазовые переходы воды – испарение и конденсация – находятся в центре внимания метеорологического сообщества[3].

Исследования российских ученых за прошедшие 20 лет показали, что нарастающий дефицит пресной воды в разных регионах мира связан с обезлесиванием (сокращением естественного лесного покрова). Получен ценнейший научный материал для понимания, как влияют природные экосистемы, прежде всего, естественные леса, болота, луга на устойчивость окружающей среды, на климат и как работает природный механизм образования пресной воды на суше. Установлено, что природные экосистемы несут в себе полную информацию о характеристиках их оптимальной среды обитания.

Природные экосистемы стабилизируют климат и поддерживают баланс круговорота пресной воды на суше, компенсируя свои возмущения, как внешние, так и внутренние, в локальном и глобальном масштабе. Важнейшую роль здесь играет процесс испарения воды. Испарение влаги естественным лесным покровом (транспирация) поддерживает в атмосфере высокую влажность, определяющую интенсивность локальной конденсации осадков. Конденсация водяного пара приводит к образованию градиентов давления (над лесным покровом давление ниже, чем над океаном), что способствует переносу атмосферной влаги с океана на сушу, причем в континентальных масштабах[4].

Суша теряет пресную воду с речным стоком, а обратный приток влаги с океана происходит в виде водяного пара через атмосферу. Протяжённый и непрерывный лесной покров, за счёт высокой скорости испарения и конденсации водяного пара, выполняет роль насоса атмосферной влаги,

закачивая её с океана на сушу и поддерживая устойчивый и интенсивный круговорот воды. В частности, такой природный «насос» бореального лесного пояса России отвечает за полноводность Великих Сибирских рек и определяет водный режим в большей части Евразии, включая северный Китай. Уничтожение леса приводит к прекращению равномерной тяги влажного воздуха, опустыниванию в глубине континента, наводнениям, ураганам и смерчам[5].

Веками цивилизация разрушала естественный растительный покров, главным образом, леса. Наиболее быстро естественные лесные экосистемы начали разрушаться в XX веке, в том числе из-за сплошных концентрированных рубок и лесных пожаров. Хищническое разрушение лесных массивов ускорило проявление глобального водного кризиса. В климатической повестке обезлесивание изначально рассматривалось только как дополнительный источник выбросов углекислого газа (или его депонирование в случае восстановления лесов), изменяющий отражательную способность планеты. Однако накопленные данные о ключевой роли лесов в регулировании атмосферной влаги свидетельствуют о недооценке обезлесивания и замены естественных лесов производными как факторов дестабилизации климата и дефицита пресной воды.



*Естественный малонарушенный разновозрастный темнохвойный лес, в котором осуществляется устойчивый поток поколений (слева), и послепожарный вторичный сосновый лес с одновозрастным древостоем (справа).*

За четверть века в России известными петербургскими учёными В.Г. Горшковым и А.М. Макарьевой были сформулированы и обоснованы два глобально значимых открытия: 1) Концепция биотической регуляции окружающей среды и климата, количественно оценивающая стабилизирующее воздействие естественных экосистем на окружающую среду, изменение климата и состояние водных ресурсов; 2) Теория биотического насоса атмосферной влаги, количественно оценивающая роль естественного лесного покрова в транспортировке атмосферной влаги с океана и режиме осадков на суше. По сути, оба эти открытия – важнейший закон природы, поддерживающий жизнь на планете [6].

Однако теория биотического насоса идёт вразрез с традиционной парадигмой, где кинетическую энергию ветра *генерирует градиент температуры, а не конденсация*. Многие учебники по метеорологии до сих пор приводят схему круговорота воды в природе, где главной причиной атмосферной влаги, которая конденсируется в облаках и выпадает в виде дождя, служит испарение океана. Эта традиционная схема напрочь игнорирует роль транспирации растительности и особенно естественных лесов, которые работают как гигантские фонтаны и создают ветры, несущие «воздушные реки».

**Механизм действия биотического лесного насоса.** Под действием энергии солнца возникает мощная испаряемость (транспирация) естественного лесного покрова, которая на порядок выше, чем с такой же точно площади над океаном. Транспирация поддерживает плотную конденсацию водяного пара над сушей. Далее водяной пар конденсируется и переходит из газовой фазы в облачность, наполненную капельками воды, приводя к разрежению воздуха в атмосферном столбе над лесом. При этом возникают восходящие потоки воздуха над лесом. В результате над лесными массивами, в сравнении с океаном, формируются зоны более низкого давления, что способствует засасыванию влажного воздуха с океана.

Зоны более низкого давления, как насосом, затягивают вглубь суши высоко-влажный океанический воздух, который и проливается дождём, а зимой в северных широтах выпадает снегом. Большая часть (примерно 2/3) пресной воды, выпавшей в виде осадков, поддерживает баланс воды в реках, водно-болотных угодьях, питает озера, обеспечивая жизнедеятельность флоры и фауны, а также вновь испаряется над сушей. Оставшаяся часть выпавших осадков в нормальном цикле стекает по рекам обратно в океан. Весь запас влаги на суше стекает в океан за 4 года. Этот механизм, кстати, объясняет, почему над пустыней не проливается дождь [7].



*Механизм биотической регуляции круговорота воды на суше. Только малонарушенные лесные территории могут в полном объёме выполнять эти функции (Макарьева А.М., Горшков В.Г.)*

В пустыне нет влаги и — нечему испаряться. Поэтому там постоянно поддерживается зона более высокого давления, по сравнению с океаном, где есть испарение и конденсация влаги. Так что, ветер в пустыне всегда дует с суши на море, но никогда – в обратном направлении!

Это простая, но далеко идущая физическая теория описывает, как выдыхаемый деревьями водяной пар создает ветры. Так, российский естественный бореальный лес, простирающийся более чем на 7 тысяч километров от Северной Европы до Дальнего Востока, представляет собой важнейший элемент глобального биотического лесного насоса. Он снабжает пресной водой Западную Европу, Россию, Центральную Азию, Монголию и Китай. Благодаря этим бореальным лесам ветры из Атлантики пересекают континент, перенося влажный воздух через Европу и всю Сибирь и далее в Монголию и Китай. Эти ветры несут дожди, которые питают озера и реки Евразии, гигантские реки Восточной Сибири. Эти же ветры приносят влагу в северную равнину Китая, житницу самой густонаселенной страны на планете. 80% своей пресной воды Китай получает с запада — причем в основном это атлантическая влага, которую засасывают естественные таежные леса Евразии. Причем путь переноса атмосферной влаги происходит в несколько этапов — циклов транспирации с попутным дождем — и занимает полгода и более. И это явление противоречит предыдущим сведениям, которые все изучают в средней школе. Парадокс, Китай находится рядом с Тихим океаном, но большая часть его осадков — это влага с суши далеко на западе [8].

Естественный лес – это сложное сообщество разновозрастных деревьев и обслуживающих работу леса других биологических видов – бактерий, грибов, насекомых, птиц, мелких и крупных животных. Вся эта сложнейшая деятельность естественного лесного сообщества миллионами лет направлена, главным образом, на сохранение устойчивости круговорота пресной воды, без которой жизнь невозможна. Когда происходит разрушение части хвойного лесного покрова в результате природных катаклизмов (ураганы, удары молнии, и другие), то вступают в действие природные восстановительные процессы (сукцессия). Такой процесс называется самовосстановлением, и в естественной природе он занимает более сотни лет [9].

Целенаправленная же вырубка и сжигание лесных массивов, пожары по халатности, истребление аборигенных лесов ведут к серьезному нарушению процессов испарения влаги на суше. Если площади уничтоженных лесов значительны, возникает эрозия зон низкого атмосферного давления. Это приводит к аномально жаркой весне и дождливому холодному лету. Механизм биотического лесного насоса транспортировки атмосферной влаги от прибрежных морских зон вглубь материка становится плохо регулируемым (насос «чихает»). Происходит учащение аномальных погодных явлений, таких как засухи, сопровождаемые пожарами, или катастрофические наводнения,



когда огромные массы воды резко поступают на сушу и затапливают населенные пункты, сельскохозяйственные угодья и другие территории, что приводит к избытку пресной воды, которой невозможно пользоваться, и вызывает катастрофические ситуации, когда флора и фауна погибают, а людям приходится спасаться.

В результате антропогенного разрушения естественного леса так же включается в дело защитный природно-восстановительный процесс. В этих случаях сукцессия протекает крайне медленно, многие десятки лет – всё биоразнообразие естественного леса уничтожено. Лиственные деревья на вырубках и пожарищах образуются нескоро. Они не могут обеспечить тягу влаги с океана в весенние месяцы до образования листвы и, соответственно, достаточно высокой степени испарения. В результате – засуха в глубине континента и катастрофические наводнения в прибрежных регионах, где скопится вся не прошедшая вглубь суши влага.

Полное уничтожение девственных лесов блокирует рассматриваемый биотический насос и превращает любой речной бассейн в пустыню за время порядка нескольких десятков лет. В прошлом веке драматические последствия в результате резкого дефицита выпадающих осадков привели к исчезновению Аральского моря. Питающий море бассейн полноводных в прошлом рек Амударья и Сырдарья оказался обезвожен [10].

**Какова ценность естественных лесов?** В 1986 – 1997 годах в США, в штате Аризона проводился весьма поучительный научно-исследовательский эксперимент под названием «Биосфера-2». Это был наиболее амбициозный из когда-либо предпринятых научным сообществом биофизических проектов, стоимостью по тем временам 200 млн долларов (в нынешних ценах – более 1 млрд). В 1991 г. восемь ученых вошли в герметичное, застекленное сооружение площадью 1,3 гектара, где они должны были оставаться в течение двух лет в изоляции от внешнего мира. Внутри купола были представлены тщательно воссозданные разнообразные экосистемы, включая тропический лес, болото, сельскохозяйственное поле, саванну, пустыню, океан с коралловым рифом. Бионавтов сопровождали в своей естественной среде: насекомые, пчелы и бабочки, рыбы, рептилии и млекопитающие, которые были тщательно отобраны, чтобы поддерживать жизненные функции экосистемы. Циркуляция воздуха, воды и питательных веществ должна была происходить внутри системы. Её главным назначением было: а) поддерживать приемлемый для человека состав атмосферы; б) быть источником продуктов питания для людей, принявших участие в эксперименте.

Через 17 месяцев эксперимент пришлось остановить раньше запланированного срока. Из-за падения уровня содержания кислорода под куполом, люди уже дышали разреженным воздухом, как на высоте 5300 м над уровнем моря. Первый и главный урок: природные компоненты, как в

естественной экосистеме, человеку невозможно создать ни за какие деньги. Второй урок: существует реальная возможность внезапных драматических изменений экосистемы. Природная среда — система нелинейная, которой свойственно сохранять динамическое равновесие под действием возмущений, но лишь до определенного предела. Затем даже малые смещения равновесия могут вызывать резкие изменения, которые переведут систему в неравновесное состояние с быстрыми колебаниями, что означает прохождение точки невозврата [11].

Искусственный ускоренный процесс восстановления подобного естественному лесу себя не оправдывает. Искусственно высаживаемые плантации не восстанавливают и не поддерживают нормальный круговорот воды. Более того, как показывают многочисленные примеры, особенно провал искусственного озеленения Китая, начатого 25 лет, показывают, что они неустойчивы и быстро деградируют от засухи или вредителей. Все эти факты лишь подтверждают жизненно важную необходимость сохранения еще существующих на планете естественных лесов.

В условиях нарастающего во всемирном масштабе дефицита питьевой воды, с учётом ключевой роли естественных лесов в устойчивом круговороте пресной воды и в целях эффективного управления водными ресурсами вносятся **следующие предложения** для рассмотрения и реализации как на международном, так и на национальном уровнях:

- выделить и законодательно установить в странах новую категорию лесов – **климато- и водорегулирующие леса** (малонарушенные человеком лесные территории, выполняющие континентальную регулирующую функцию по транспортировке атмосферной влаги с океана и режима осадков на суше);
- разработать **новую концепцию развития лесопромышленного комплекса** с учётом принципиального различия между *климато- и водорегулирующими лесами*, которые подлежат исключительно охране и мониторингу, и *эксплуатационными лесами* (для промышленно-хозяйственных целей);
- **климато- и водорегулирующие леса** полностью изымать из любой хозяйственной деятельности, включая аренду и популярный ныне экотуризм; по сути, эти леса должны стать особо охраняемой запретной зоной, над которой даже не летает малая авиация (за исключением, разве что, беспилотников с экологически безопасными двигателями для целей мониторинга);
- развивать **эксплуатационные леса** (создание коммерческих лесных плантаций) с искусственным и комбинированным лесовосстановлением, которые предназначаются для извлечения максимальной экономической отдачи за счёт ведения интенсивного лесного хозяйства на основе современных научных разработок ускоренного выращивания деревьев; при



обороте плантационных лесов применять принципы «циркулярной экономики» с глубокой переработкой, реализуя самые передовые технологии (безотходное производство, продукты современной биохимии), способствующие интенсификации потребительского лесного хозяйства;

- в национальных и международных программах предусмотреть **создание нового приоритета научных исследований «Лес и Вода: Физические и биологические основы устойчивости окружающей среды и жизни»**. Основой таких научных исследований должен стать междисциплинарный подход, который объединит специалистов из разных областей науки (в настоящее время работающих в узких областях, не затрагивая комплексной ситуации и проблем в глобальном масштабе).
- ввести обязательный во всех университетах образовательный курс *«Естественнонаучные основы устойчивости лесных и водных запасов в биосфере»*, а также проведение специальных курсов повышения квалификации и семинаров для госслужащих, представителей промышленных и деловых кругов с целью распространения знаний о системе «техносфера-биосфера» как части компетенций управленческого аппарата всех уровней;
- в области **социальной политики**: 1) считать сохранение естественных лесов объединяющим фактором международного сотрудничества; 2) создать условия для вовлечения экспертного и гражданского сообщества в решение проблем сохранения естественных лесов, наблюдения и контроля за их состоянием, обмена опытом между регионами и странами; 3) обеспечить доступность данных сравнительных наблюдений для широкой международной общественности;
- в области **природоподобных технологий**: 1) разработка технологий замещения древесины другими материалами, в особенности при производстве бумаги и упаковочных материалов; 2) внедрение технологий блокчейна для контроля оборота древесины и исключения нелегальной эксплуатации лесов; 3) использование возможностей информационно-коммуникационных технологий, цифровизации, средств аэрокосмического наблюдения для организации непрерывного мониторинга и прогноза состояния естественных лесов с помощью алгоритмов искусственного интеллекта; 4) решение проблем изменения климата с оценкой стабилизирующего потенциала биоты и естественных лесов в таком объёме, чтобы мощности экосистем хватало для поддержания окружающей среды и водного баланса в пригодном для жизни состоянии;
- в **международном измерении** добиваться признания России и её миссии как экологического донора и гаранта климатической устойчивости в Евразии и мире. Россия – научный лидер в области фундаментальных

исследований устойчивости окружающей среды: родина концепции биотической регуляции окружающей среды и климата (1995г.), а также мирового открытия лесного биотического насоса атмосферной влаги (2005г.);

- **расширение и интенсификация международного сотрудничества** в области защиты евразийского бореального лесного пояса, поскольку биотический насос не признаёт государственных границ и обеспечивает пресной водой не только Россию, но и все страны Европы и Азии, включая Китай, Монголию, и другие;
- организация **«Международного междисциплинарного центра исследований устойчивости бореальных лесов»**, на основе научных разработок петербургских учёных В.Г.Горшкова и А.М.Макарьевой;
- использование **потенциала ЮНИДО, ШОС, БРИКС, Женевского Водного Центра**, для сотрудничества между странами, сохраняющими большие площади ненарушенных хозяйственной деятельностью лесов, включая Россию, Бразилию, Индонезию, Папуа – Новую Гвинею, стран бассейна реки Конго, Канаду. Такое сотрудничество должно включать меры, направленные на прекращение эксплуатации естественных лесов и развитие коммерческих лесных плантаций по всему миру.

#### **Литература:**

- [1] Материалы конференции ООН по водным ресурсам (22-24.03.2023). Доклад ООН о состоянии водных ресурсов за 2023 год: <https://news.un.org/ru/story/2023/03/1438972>
- [2] Доклад Глобальной обсерватории по воде и миру для среднесрочной обзорной конференции ООН (март 2023 г.): <https://www.genevawaterhub.org/resource/missing-peace-piece-water-puzzle-global-observatory-water-and-peace-brief-un-2023-water>
- [3] Jasechko S., Sharp Z.D., Gibson J.J., Birks S.J., Yi Y., Fawcett P.J. (2013) [Terrestrial water fluxes dominated by transpiration](#). Nature 496: 347-350.
- [4] Schiermeier Q. (2010) [The real holes in climate science](#). Nature 463: 284-287.
- [5] URL: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-0190.1>; <https://doi.org/10.1002/2013WR014087>.
- [6] URL: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1013-2007>; [Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land](#). Hydrology and Earth System Sciences 11: 1013-1033.
- [7] Горшков В.Г., Макарьева А.М. (2002-2020) [https://www.bioticregulation.ru/pubs/pubs2\\_r.php](https://www.bioticregulation.ru/pubs/pubs2_r.php).
- [8] [Pearce F.](#) (2020) <https://www.sciencemag.org/news/2020/06/controversial-russian-theory-claims-forests-don-t-just-make-rain-they-make-wind>, DOI: 10.1126/science.368.6497.1302.
- [9] Gorshkov V.G., Makarieva A.M. (2007) [Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land](#). Hydrology and Earth System Sciences 11, 1013-1033.
- [10] Старцев А.А. (2016) Парижское международное соглашение по регулированию климата: к вопросу о научной обоснованности избранного приоритета противодействия глобальному потеплению. Российский экономический журнал. No. 6 (2016), 25-31.
- [11] Старцев А.А. (2012) Уникальная природа России – надежда на спасение цивилизации. [www.ippj.ru](http://www.ippj.ru) Журнал «История. Право. Политика». No. 2 (2012), 77-82.