
ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

© 2019 г. В.И. Осипов

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия

E-mail: osipov@geoenv.ru

Поступила в редакцию 08.11.2018 г.

Поступила после доработки 11.12.2018 г.

Принята к публикации 09.04.2019 г.

В основе термина "устойчивое развитие" лежит базовый принцип – улучшение качества жизни человека без разрушения природной среды (биосферы). Устойчивое развитие реализуется при потреблении обществом возобновляемых (воздух, вода, ландшафты, биота) и невозобновляемых (горючие, рудные и другие полезные ископаемые) природных ресурсов Земли. Важнейшее условие устойчивого развития – непрерывное возобновление жизнеобеспечивающих ресурсов, однако в настоящее время природопользование развивается без соблюдения этого требования, что неизбежно ведёт к истощению ресурсов, деградации экосистем и глобальной экологической катастрофе. В статье рассматриваются показатели современного потребления жизнеобеспечивающих ресурсов, превышающего допустимые пределы, и пути возможного предотвращения надвигающейся катастрофы. Делается вывод о необходимости перехода на принципиально новую стратегию природопользования, основанную на рациональном потреблении и воспроизводстве ресурсов, а также актуальности разработки технологий получения энергии из нетрадиционных источников.

Ключевые слова: биосфера, жизнеобеспечивающие ресурсы, возобновляемые и невозобновляемые ресурсы, деградация экосистем, глобальный экологический кризис, ресурсозобновляемое природопользование.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873897718-727>

ЧТО ТАКОЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ?

Впервые термин "устойчивое развитие" был упомянут в 1972 г. в Стокгольме на Всемирной конференции ООН по проблемам окружающей человека среды. Его содержание сводилось к рассмотрению социально-экономических проблем, включающих расширение экономического потенциала территорий, регулирование демографических процессов, создание рабочих мест, повышение конкурентоспособности предприятий и т. д. Впоследствии тот же термин стал применяться

не только в экономической и социальной сферах, но и при анализе гуманитарных, экологических и других проблем. В настоящее время он всё чаще ассоциируется с проблемами окружающей среды и экологической безопасностью, чему во многом способствовала публикация в 1987 г. доклада Международной комиссии по окружающей среде и развитию "Наше общее будущее", известного также как "Доклад комиссии Брундтланд". В нём впервые прозвучало грозное предупреждение о начавшемся изменении окружающей среды и необходимости перехода на новый путь развития.

Позднее, в 1992 г., на Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, в которой участвовали представители более 100 стран, за термином "устойчивое развитие" в качестве приоритета был закреплён экологический аспект и сделана попытка разработки новой стратегии развития [1]. В центр её был поставлен вопрос о быстро нарастающей экологической угрозе, связанной с перенаселением, расходом невозполнимых природных ресурсов, загрязнением окружающей среды и т. д. Под "устойчивым" стали понимать *непрерывное,*



ОСИПОВ Виктор Иванович – академик РАН, научный руководитель Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН.

постоянно поддерживаемое (возобновляемое) развитие, удовлетворяющее потребности ныне живущих людей и не ставящее под угрозу сохранение таких возможностей у будущих поколений, что предполагает передачу им жизнеобеспечивающих ресурсов в объёме, не меньшем, чем у предыдущих поколений. Иными словами, условия жизни человека должны улучшаться, а воздействие на окружающую среду оставаться в пределах экологической ёмкости биосферы, не приводить к её деградации. Такое понимание термина было поддержано рядом ведущих российских учёных – Н.П. Лавёровым, Е.М. Сергеевым, В.А. Коптюгом, А.Л. Яншиным и другими. В частности, академик В.А. Коптюг неоднократно ставил эти острые вопросы в своих статьях и публичных выступлениях, в том числе на слушаниях в Государственной думе РФ.

Термин "устойчивое развитие" не вполне однозначен. В научной литературе встречаются различные варианты его толкования, и до настоящего времени он не имеет общепринятого определения. Концептуальная сложность заключается в том, что само понятие включает в себя как устойчивость, так и развитие. Многие специалисты считают такое сочетание взаимоисключающим: если речь идёт о развитии, то стабильности быть не может [2]. Развитие предусматривает динамику системы, постоянное изменение её показателей: одни могут расти, другие, наоборот, снижаться. Устойчивой можно признать только ту систему, в которой оба критерия – стабильность и развитие – не выходят за рамки допустимых пределов [3, 4].

Многие экономисты под устойчивым развитием понимают непрерывное увеличение объёмов производства с одновременным усилением природоохранных мероприятий, включающих снижение загрязнения и частичное восстановление естественных экосистем. Но часто сам факт открытия любого нового предприятия преподносится в качестве свидетельства устойчивого развития. Такая однобокая трактовка, предполагающая лишь устойчивый рост экономики, как отмечает К.С. Лосев, является опасным заблуждением и отдаляет общество от постановки и решения реальных проблем природопользования [5].

Понятие "устойчивое развитие" включает три главные составляющие – экологическую, социальную и экономическую, при этом первую из них следует признать важнейшей. В её основе лежит принцип гармонизации наших потребностей с естественными возможностями биосферы. Игнорирование этого принципа лишает достижения в экономической и социальной сферах перспективы и может привести к ситуации, описанной в документах конференции 1992 г. в Рио-де-Жанейро: "мы можем оказаться последним поколением, которое имело шанс спасти планету" [1].

Необходимо осознать, что действительное развитие зависит не столько от совершенствования банковской и налоговых систем или рынка сбыта, сколько от рационального использования природных ресурсов планеты [6]. Но такой подход совершенно не согласуется с принципами рыночной экономики, рассматривающей экологию исключительно как систему ограничений.

Экологический подход к проблеме устойчивого развития предполагает обязательный учёт экологической ёмкости биосферы. Трудami В.И. Вернадского и Н.В. Тимофеева-Ресовского были заложены основы теории биотической регуляции биосферы. Дальнейшая разработка этой теории В.Г. Горшковым [7] позволила на количественном уровне охарактеризовать допустимые параметры верхнего и нижнего пределов разрушения биосферы в результате хозяйственной деятельности человека и таким образом подойти к оценке её экологической ёмкости. С экологической точки зрения преодоление даже одного из этих пределов свидетельствует о начале нарушения биотической регуляции и переходе системы в неустойчивое состояние, приводящее в конечном счёте к деградации биосферы. По отношению к природопользованию это означает, что объём потребляемых ресурсов превышает суммарный объём ресурсов, восстанавливаемых за счёт биотической регуляции и искусственного (антропогенного) воспроизводства. Следовательно, устойчивое развитие возможно только тогда, когда хозяйственная деятельность не выводит экосистему за пределы её экологической ёмкости [3, 8].

МОЖНО ЛИ СЧИТАТЬ РАЗВИТИЕ УСТОЙЧИВЫМ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ?

Взаимодействие живых, косных и биокосных систем биосферы между собой и с внешними факторами (прежде всего с Солнцем) создаёт условия для развития жизни на Земле и формирования в её недрах и на поверхности жизнеобеспечивающих ресурсов, необходимых для существования человека и другой биоты. Добыча и производство продуктов питания в необходимом объёме были и остаются важнейшими проблемами на всём протяжении существования человека на нашей планете. Однако с середины XIX столетия востребованность жизнеобеспечивающего потенциала биосферы резко возросла в связи с интенсивным ростом населения Земли и совершенствованием технической вооружённости общества. С индустриализацией производства изменились не только объёмы, но и сам характер ресурсопотребления, поскольку начался быстрый рост использования энергетических ресурсов. За относительно корот-

кий исторический период это привело к изменению парадигмы существования общества: оно стало зависимым не только от объёма продуктов питания, но и от энергетического потенциала биосферы, который служит базой устойчивого развития. По мере его исчерпания эта база уменьшается, что приводит к снижению темпов социально-экономического развития. В то же время безудержное потребление ресурсов ведёт к деградации биосферы и экологическому кризису. Таким образом, перспективы общества определяются системой природопользования, лежащей в основе всей стратегии взаимодействия человека с природой, и общим объёмом жизнеобеспечивающих ресурсов Земли, по своей природе подразделяемых на возобновляемые и невозобновляемые.

Возобновляемые ресурсы. Под возобновляемыми понимаются ресурсы, восстанавливающиеся естественным или искусственным (антропогенным) путём в объёме, необходимом для сохранения экологической ёмкости биосферы. К ним относятся атмосферный воздух, вода, ландшафты, животные и растительные виды биоты и др. С экологической точки зрения, стратегия природопользования, основанная на возобновляемых ресурсах, эффективна и отвечает требованиям устойчивого развития, если они восстанавливаются за счёт природных процессов биотической регуляции, применения антропогенных технологий или комбинации того и другого.

Антропогенные технологии подразделяются на два типа. Первый из них включает те, которые позволяют получать новые продукты — аналоги природных и тем самым обеспечивать поддержание равновесия этих ресурсов в биосфере. Примером могут служить технологии, применяющиеся в сельском хозяйстве и способствующие восстановлению баланса потребляемых продуктов питания. Технологии второго типа основаны на восстановлении качества уже использованных ресурсов и их реабилитации, то есть возвращении в производственный цикл. Они применяются, в частности, при восстановлении качества воздуха и воды с помощью очистки от загрязнений. К сожалению, уровень их развития и применения во многих случаях оказывается недостаточным для того, чтобы полностью компенсировать дефицит естественного воспроизводства возобновляемых ресурсов. Это особенно характерно для урбанизированных и техногенно нагруженных территорий, где даже с применением антропогенных технологий не удаётся предотвратить деградацию экосистем. В качестве примера рассмотрим ситуацию, сложившуюся с использованием атмосферного воздуха, воды и лесов.

Ресурсы атмосферы. Атмосфера Земли располагает огромными запасами чистого воздуха. С раз-

витием цивилизации потребление кислорода резко возросло и за последние 50 лет составило около 200 млрд т. Это примерно столько же, сколько его было израсходовано за весь доиндустриальный период. Быстрый рост потребления кислорода и выброс техногенных загрязняющих веществ приводят к тому, что на отдельных территориях локального или даже регионального уровня происходит преодоление экологического потенциала по содержанию чистого атмосферного воздуха. Почти в 80% городов России, где регулярно ведётся наблюдение за состоянием атмосферного воздуха, концентрация загрязняющих веществ превышает санитарные нормы, а в 44 городах (в общей сложности в них проживают 13,5 млн человек) отмечаются высокий и очень высокий уровни загрязнения воздуха [9]. Это обусловливается главным образом выбросами транспорта, а также энергетическими, ресурсодобывающими и другими промышленными предприятиями. Территориям 21 города, включая такие, как Череповец, Каменск-Уральский, Братск, Нижний Тагил, Магнитогорск, Орск, Чапаевск, Ангарск, Новокуйбышевск, Новочеркасск, присвоен статус зон чрезвычайной экологической ситуации [9].

Большое влияние на загрязнение окружающей среды оказывает накопление твёрдых коммунальных отходов, а также отходов производства. В России места их размещения во многих случаях не обустроены и не отвечают экологическим требованиям. Накопление и хранение отходов производится на открытых полигонах и свалках, не оборудованных соответствующей защитой, из-за чего они становятся очагами массированных выбросов в атмосферу вредных отходящих газов. При аэробном микробиологическом разложении органических компонентов свалок (растительные, животные и производные от них остатки, а также бумага, древесина и др.) образуется биогаз, на 95–98% состоящий из метана и углекислого газа. Одна тонна коммунальных отходов может служить источником образования до нескольких сотен кубических метров биогаза. Кроме того, внутри свалок часто происходят внутреннее самовозгорание отходов и подъём температуры до 800–900°C, что способствует образованию вредных органических соединений, таких как альдегиды, фенолы, хлорорганика (диоксиды, фураны) и др.

Загрязнение воздушного пространства взвешенными веществами, а также диоксидом азота, диоксидом серы, бенз(а)пиреном, оксидом углерода, бензолом, сероводородом, этилбензолом, формальдегидами, фенолом, аммиаком может приводить к неблагоприятным последствиям для здоровья людей. Статистика показывает, что из-за загрязнённости атмосферного воздуха продолжительность жизни россиян сокращает-

ся в среднем на 1 год, а в наиболее загрязнённых городах — до 4 лет. Дополнительная смертность за счёт загрязнения атмосферы в России достигает 140 тыс. человек в год [10]. Очевидно, что загрязнение воздуха выше допустимого предела не способствует устойчивому развитию территории. Для улучшения ситуации, помимо снижения техногенных выбросов, требуется применение антропогенных технологий по очистке воздуха в значительном большем объёмах, чем это делается сейчас.

Водные ресурсы. Ещё более серьёзные проблемы возникают с использованием другого возобновляемого ресурса — пресной воды. Большая часть воды на Земле относится к солёной воде морей и океанов. Пресная составляет всего лишь 2,5% общей водной массы Земли. При этом 2/3 пресной воды находится в твёрдом состоянии и аккумулируется во льдах и ледниках. Объём доступной для использования пресной воды — около 24 тыс. км³ (24 000 млрд м³).

Потребление пресной воды постоянно растёт. Уже сейчас для хозяйственных и бытовых нужд из различных источников в мире ежегодно отбираются более 4 тыс. км³ пресной воды [11]. Ожидается, что её расходование в ближайшие 20 лет увеличится ещё на 40%. Значительная часть пресной воды поступает из речных систем и открытых водоёмов. Доля питьевой воды, добываемой из подземных источников, — не более 10%. Около 70% расходуемой пресной воды потребляются в сельском хозяйстве, 20% — в промышленности, и 10% — в коммунальных и других хозяйственных целях [12]. Из-за уменьшения запасов, загрязнения и увеличения потребления объём экономически доступных пресных вод в мире сокращается. Ожидается, что уже в ближайшие десятилетия объёмы потребляемых и экономически доступных пресных вод сравняются, что приведёт к критической ситуации с водоснабжением во многих регионах мира.

Вода — важнейший и наиболее востребованный жизнеобеспечивающий ресурс Земли. Человек в течение своей жизни выпивает в среднем около 40 т воды. Резкое сокращение её запасов чревато большими угрозами, чем истощение энергетических ресурсов, поскольку способы замены воды в биосфере отсутствуют.

Существует глобальный круговорот воды, обеспечивающий обмен её масс между атмосферой и поверхностью Земли. Казалось бы, это должно создавать условия для постоянного возобновления ресурсов воды и тем самым поддерживать баланс её содержания на планете. Однако в действительности наблюдается резкий дисбаланс в водообеспечении регионов Земли, с чем связано огромное количество экологических проблем.

Дисбаланс водообеспечения на территории России обуславливается несколькими важней-

шими причинами: неравномерным выпадением осадков и нерациональным водопотреблением в различных регионах, загрязнением вод и снижением их питьевого ресурса. В результате формируются зоны дефицитного и, наоборот, избыточного водообеспечения. Дефицитные зоны приурочены в основном к южным засушливым районам и характеризуются недостатком как поверхностных, так и подземных питьевых вод для социальных и хозяйственных целей. Помимо нарушения баланса кругооборота воды в этих районах существенное значение имеет нерегулируемый забор воды из речных систем вблизи их истоков. В результате сокращается сток рек, падает уровень воды в реках и крупных водоёмах, что увеличивает дефицит водообеспечения [9]. Так, годовой сток Волги уменьшается за счёт этого на 10% по сравнению с нормой, а рек Дон, Кубань и Терек — на 25–40%. Неблагоприятная обстановка сложилась на южных водоёмах (озёра Балхаш, Иссык-Куль, Севан и Аральское море), испытывающих дефицит стока впадающих в них рек. Аральское море и всё Приаралье объявлено зоной экологического бедствия, так как изъятие стока питающих рек — Амударьи и Сырдарьи — превышает 90% нормы годового стока.

Дефицит пресной воды на планете возрастает и за счёт её загрязнения в процессе антропогенной деятельности: по имеющимся данным, это почти половина доступного объёма [13]. Наиболее мощными являются сбросы сточных вод (около 2000 км³/год), образующихся в коммунальном и сельском хозяйстве, а также на промышленных предприятиях энергетического, строительного и других профилей. На городских и промышленных территориях интенсивно загрязняются не только поверхностные, но и подземные воды.

Дефицит влаги вызывает рост площади пустынь на земном шаре со скоростью до 60 км²/год [5], а главное, увеличивается количество людей, страдающих от недостатка воды. По оценке Всемирного банка, уже около 2 млрд человек в мире испытывают недостаток воды, а ещё большее количество вынуждено пользоваться водой невысокого качества [9].

Дефицит качественной питьевой воды отрицательно сказывается на состоянии здоровья населения. Ещё в XIX в. Луи Пастер говорил: "Люди выпивают 90% своих болезней". В России ежегодно фиксируется до 1000 дополнительных случаев заболеваний на 100 тыс. населения, обусловленных некачественной питьевой водой [10].

Дефицит питьевой воды стимулирует развитие рынка бутилированной воды. С 1994 по 2000 г. её мировое производство возросло с 58 до 144 млрд л в год. При этом надо учитывать, что стоимость 1 л бутилированной воды составля-

ет в среднем 1 долл. США, что дороже стоимости литра нефти.

Наряду с зонами дефицитного водообеспечения образуются переувлажнённые зоны, где поступление воды превышает допустимый предел, что также создаёт критические ситуации и дестабилизирует развитие экосистем. В России переувлажнение формируется на значительной части Сибири и Дальнего Востока, а также на территориях, прилегающих к горным хребтам южного обрамления страны. Избыточное количество поверхностных и подземных вод на этих территориях вызывает опасные гидрологические и геологические явления, угнетающе действующие на биосистемы и приносящие огромный социальный и материальный ущерб. К числу таких процессов относятся затопление, подтопление, переувлажнение почв, угнетение растительности, водная эрозия, абразия, образование оползней и плывунов, суффозия, развитие карста и др. Особенность указанных территорий — изменчивость и сезонность режима переувлажнения, связь его с гидрометеорологическими процессами. Этим объясняется неравномерный характер проявлений гидрологических опасностей: наибольшую угрозу они представляют при интенсивных ливнях на фоне дождливого летнего сезона, а в предгорных районах — в жаркие периоды, когда идёт таяние снега и ледников.

Во второй половине XX столетия количество природных катастроф резко возросло. По данным Центра исследований эпидемиологии катастроф (<http://www/emdat.be>), за 1980–2015 гг. их количество увеличилось в 3 раза. За последние 20 лет, по данным ООН, в мире произошло 7056 природных катастроф, в которых погибло 1,35 млн и пострадало 4,2 млрд человек [14]. Почти 60% катастрофических явлений связаны с гидрологическими процессами, обычно они развиваются на переувлажнённых территориях. По данным МЧС России, в результате переувлажнения в стране ежегодно затапливаются около 400 тыс. км² территорий, более 300 городов, тысячи мелких населённых пунктов, более 7 млн га сельхозугодий. Ежегодный ущерб от этих явлений составляет в среднем около 70 млрд руб. Особенно разрушительными оказываются катастрофические наводнения. Так, в результате наводнения на Дальнем Востоке России в 2013 г. было затоплено 37 районов, 235 населённых пунктов, 678 тыс. га сельскохозяйственных угодий, разрушено 430 км автомобильных дорог и 71 мост. Пострадало 137 тыс. человек, суммарный ущерб составил 258 млрд руб. [15].

Таким образом, анализируя ситуацию с водными ресурсами, можно отметить нарушение устойчивости развития общества из-за образования зон

с дефицитом и, наоборот, с избытком пресных вод. В зонах обоих типов происходит превышение нижнего или верхнего предела экологической ёмкости экосистемы, что сопровождается возникновением экологических проблем, приводящих к крупным материальным и социальным потерям.

Лесные ресурсы. К числу важнейших возобновляемых ресурсов планеты, оказывающих огромное влияние на решение социальных, экономических и экологических задач, относятся леса [16]. Их площадь постоянно уменьшается, лесные массивы преобразуются в промышленные, сельскохозяйственные и урбанизированные ландшафты. Статистические данные показывают, что ежегодно в мире сводится 14,6 млн га лесных массивов, а восстанавливаются только 5,2 млн га, то есть площадь лесов убывает за год на 9,4 млн га (0,26% мировых запасов). Негативная тенденция особенно характерна для тропиков и умеренного пояса Земли.

В России эта ситуация выглядит менее острой из-за огромных площадей лесных массивов, составляющих 22% мировых, почти половина её территории (46,6%) остаётся покрытой лесами. Вместе с тем в лесном хозяйстве страны сохраняется ряд серьёзных проблем, одна из которых — низкая эффективность лесопользования. Эксперты подсчитали, что с каждого гектара лесного фонда Россия имеет доход около 20 руб. По данным статистики, лесное хозяйство даёт менее 1,5% ВВП нашей страны. Почти весь объём экспортной древесины скупает Финляндия (25 млн м³), в результате чего она захватила около 10% мирового рынка деревообработки и бумажной продукции. Огромный ущерб приносят лесные пожары, а также лесные вредители — жуки-пилильщики, лесной шелкопряд, короед. Эти проблемы обострились в основном потому, что за последние 30 лет государство выделяло на охрану лесов скромную сумму, были сокращены государственные структуры по охране лесов (лесничества). В результате снизилась культура ведения лесного хозяйства, возросли браконьерство и неконтролируемая торговля древесиной, участились лесные пожары и заболевания лесов [17].

Невозобновляемые ресурсы. Под невозобновляемыми понимаются ресурсы, используемые человеком в хозяйственных и других целях и не восстанавливающиеся в экосистемах естественным путём или с помощью антропогенных технологий. К ним относятся прежде всего углеводородные и другие минеральные полезные ископаемые, сформировавшиеся в течение многих десятков и сотен миллионов лет в недрах Земли в результате сложных солнечно-земных биосферных взаимодействий и геодинамических процессов, — газ, нефть, каменный уголь, чёрные и цветные металлы, неорганические вещества, ис-

пользуемые в качестве минеральных удобрений, и т. д. Многие из процессов их образования до настоящего времени остаются плохо изученными.

Скорость образования невозобновляемых ресурсов на много порядков ниже скорости их потребления. Вместе с тем человеческое общество не может обойтись без полезных ископаемых Земли. Только в течение XX столетия потребление энергетических и минеральных ресурсов в мире возросло в 16 раз и в настоящее время продолжает расти быстрыми темпами. Общая стоимость всех ресурсов, добываемых из недр Земли, превышает 30 трлн долл. в год. Ежегодно в мире изымаются 4,38 млрд т нефти, 3,67 трлн м³ газа, 2,87 млрд т железной руды, 3,2 тыс. т золота. Энергетическая мощь цивилизации превысила 10 ТВт, на 95% она обеспечивается нефтью (44%), природным газом (26%), каменным углём (25%). Только 5,1% энергетических ресурсов поставляются другими видами энергетики — ядерной (2,4%), гидроэнергетикой (2,5%), ветровой (0,2%) [18, 19].

В мире выявлено 226 нефтегазоносных бассейнов с общим запасом к началу 2017 г. 240,7 млрд т. При сохранении современного объёма ежегодной добычи (4,38 млрд т) этих ресурсов хватит на 50–55 лет. Лидерами по подтверждённым запасам нефти являются Венесуэла — 17,5% мирового объёма, Саудовская Аравия — 15,7%, Канада — 10,2%, Иран — 9,3%, Ирак — 8,8%, Россия — 6,1% [19, 20].

Объём достоверно доказанных запасов газа в мире продолжает расти. В настоящее время они оцениваются в 187 трлн м³. Наибольшими запасами обладают Иран — 18,2%, Россия — 17,4%, Катар — 13,1%, Туркмения — 9,3%. По расчётам энергетической компании "Бритиш Петролеум", при нынешнем объёме ежегодного мирового потребления природного газа хватит на 59 лет [20].

Мировые запасы коксующихся углей превышают 1 трлн т. Наибольшими подтверждёнными их запасами обладают США — 26,6% мировой добычи, Россия — 17,6%, Китай — 12,8%, Австралия — 8,6%. При нынешнем потреблении разведанных запасов угля хватит на 270 лет [21].

Ресурсы урана на нашей планете оцениваются приблизительно в 17 млн т, из которых подтверждёнными являются не более 5 млн т. По своему энергетическому потенциалу запасы урана-235 не превышают энергетический потенциал запасов нефти. По подтверждённым запасам урана лидируют Австралия, Казахстан и Канада (более 400 тыс. т в каждой из этих стран). Обеспеченность стран, занимающихся его добычей, изменяется в широком диапазоне: Австралии, Казахстану и ЮАР разведанных запасов хватит на 100 лет и более, России — на 70 лет, Нигерии — на 20 лет [20].

Мировые запасы чёрных и цветных металлов распределены крайне неравномерно, что обус-

ловливает изменение сроков обеспеченности различными видами металлов отдельных стран в большом диапазоне. Можно говорить только об усреднённых данных. Так, считается, что запасов железной, марганцевой и хромовой руд, а также фосфатного сырья и калийных солей при их современном уровне использования может хватить на 100–300 и более лет. А вот запасов полиметаллических руд, содержащих кобальт, вольфрам, молибден, свинец, цинк, олово, медь, никель, достаточно не более чем на 30–60 лет, а серебра и золота и того меньше — всего на 18 лет [20, 22].

В России добывается более 30 видов полезных ископаемых. Из них по 18 видам разрабатываемых ископаемых наблюдается ежегодный рост объёмов получаемой продукции, а по остальным объёмы стабилизировались или начали медленно падать. Важно, что добыча основных видов энергетических ресурсов (нефть, газ, каменный уголь) продолжает расти. В 2017 г. Россия добыла 546,8 млн т нефти и газового конденсата, 691,1 млрд м³ природного и попутного нефтяного газа, 408,9 млн т угля [9]. В целом же закономерности изменения сроков обеспеченности страны запасами ресурсов остаются такими же, как и в мире, хотя их длительность больше по сравнению с мировыми. Так, подтверждённых запасов нефти в России хватит на 58 лет, газа — на 107, меди — 139, золота и никеля соответственно на 53 и 25 лет [21].

Приведённые выше данные свидетельствуют о том, что гигантский рост потребления невозобновляемых ресурсов обуславливает быстрое сокращение их запасов на планете. Не исключено, что уже к концу XXI в. человечество окажется на "голодном пайке". А как жить дальше? Остаётся одна спасительная надежда, связанная с океаном, точные объёмы минеральных ресурсов которого ещё неизвестны, но они немалые [22] и, по прогнозам, существенно превосходят запасы на суше. Эксперты утверждают, что около 70% всех ресурсов нефти на планете принадлежат дну океана, из которых 60% — на шельфе, 40% — в глубоководной части. Уже сегодня треть общей добычи нефти и газа (34 и 38% соответственно) приходится на Мировой океан. Ресурсы газогидратов — топлива будущего — прогнозируются равными $5-15 \cdot 10^{15}$ м³. Это вдвое превышает мировые ресурсы угля, нефти и газа. Глубоководные залежи рудных минеральных ресурсов — последняя кладовая человечества. Считается, что ресурсы Мирового океана превышают их запасы на суше по никелю в 6 раз, кобальту в 10 раз, молибдену в 2,6 раз, причём содержание металлов в океанских рудах превосходит их содержание в рудах суши.

Итак, Земля пока ещё сохраняет значительный объём энергетических и рудных ресурсов. На сколь-

ко лет их хватит человечеству? Можно ошибаться в прогнозе, но ясно одно: рано или поздно они закончатся в силу их невозобновляемости. Поэтому развитие экономики с ориентацией на расширенное природопользование ископаемых ресурсов Земли не бесконечно и не может обеспечить в будущем устойчивое развитие.

КУДА ИДЁМ?

Из рассмотренного выше вытекает ряд выводов, которые требуют тщательного анализа для ответа на вопросы: существуют ли шансы на устойчивое развитие общества при современной стратегии природопользования и что ожидает будущие поколения людей?

Вывод первый. Современное природопользование основывается на безудержном потреблении природных ресурсов, которое выходит за рамки экологической ёмкости биосферы. С экологических позиций развитие общества на таких основах нельзя считать устойчивым. Сам по себе рост экономики не является индикатором устойчивого развития, поскольку противоречит экологическому пониманию этого термина.

Вывод второй. В мире идёт быстрое расширение территорий, где нарушается баланс между объёмом потребляемых ресурсов и их восстановлением. Дальнейшее сохранение подобной стратегии природопользования неизбежно приведёт к истощению природных ресурсов планеты в ближайшие 100–200 лет, нарастанию экологических проблем и в итоге – к глобальной экологической катастрофе.

Вывод третий. По данным ООН, уже сейчас около 30% площади земного шара находятся в стадии глубокой деградации и не могут обеспечить проживающих там людей необходимыми ресурсами. На этих территориях наблюдаются рост бедности, недостаток продовольствия, дефицит питьевой воды, распространение заболеваний, снижение иммунного статуса людей и т.д. Как следствие деградации экосистем в последние годы отмечается новое общественное явление – потоки беженцев. Исход происходит, как правило, с деградированных территорий с большой плотностью населения, лишённых необходимых природных ресурсов, где отсутствуют рабочие места и средства существования. Всё это вынуждает людей перемещаться на территории, где они могут выжить. Очевидно, что проблема беженцев ещё только в стадии зарождения. Локальные военные конфликты, природные катастрофы и различные политические события способствуют активизации этого процесса.

Вывод четвёртый. Для сохранения устойчивого развития решающее значение имеет изменение характера природопользования. В настоящее вре-

мя в большинстве стран основным "заказчиком" существующего природопользования выступает рыночная экономика. В её основе лежит принцип получения максимальной прибыли и обеспечения непрерывного роста производства без учёта последствий для общества и природы. Эта стратегия не учитывает снижения сырьевой базы и обострения экологических проблем, что противоречит принципам устойчивого развития. Она остаётся глухой к призывам соблюдать экологические требования, касающиеся рационального и эффективного расходования природных ресурсов, разработки технологий по развитию возобновляемого природопользования. Поскольку реализация этих призывов нуждается в дополнительных материальных вложениях, они остаются не услышанными современным бизнесом. Рыночная экономика, исходя из своих принципов, заинтересована в потреблении всё большего объёма природных ресурсов с минимальными затратами на их получение и восстановление. Она учитывает баланс спроса и предложения, а не баланс потенциальных возможностей экосистем и социально-экономических интересов общества. В этом отношении рыночная экономика – антипод экологии [4, 24].

К сожалению, у бизнес-элиты и в управленческих структурах отсутствует понимание нерыночного характера биосферных процессов. Следует подчеркнуть, что биосфера не может функционировать по законам рынка. Она произвела жизнеобеспечивающие ресурсы без участия людей и вручила их бесплатно всему человечеству. Таким образом, ресурсы относятся к общественным благам. Рынок не может быть регулятором общественных благ. Поэтому, как отмечает К.С. Лосев, «сейчас можно утверждать, что глобальный проект "Sustainable development" полностью провалился, он оказался несовместимым с неолиберальной рыночной экономикой и столкнулся с непониманием устройства биосферы и её законов» [5, с. 156].

КАК ПОДДЕРЖАТЬ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ?

Проблема сохранения устойчивого развития относится к числу важнейших цивилизационных вызовов, без её решения общество лишено будущего. Анализ показывает, что при современном природопользовании жизнеобеспечивающие ресурсы Земли рано или поздно закончатся. Наступает ответственный момент, когда необходимо принять жизненно важное решение – перейти на принципиально новую систему природопользования, основанную на возобновлении природных ресурсов. Если не начать действовать уже сегодня, то через одно-два столетия получим деградировавшую биосферу.

Нужно найти выход, подобно тому, какой был найден 8–10 тыс. лет назад предками современного человека. Во время глобального кризиса, наступившего из-за нехватки питания в результате истребления крупных животных и другой плейстоценовой фауны, они в корне изменили образ существования, перейдя на новый способ получения жизнеобеспечивающей продукции – от промысла диких животных к их домашнему выращиванию. В результате кризиса численность человеческой популяции уменьшилась почти на порядок, но она выжила.

Принципиально новая стратегия природопользования с опорой на возобновление ресурсов предусматривает выполнение двух основополагающих требований: переход на рациональное природопользование и разработку принципиально новых ресурсозобновляющих технологий.

Рациональное природопользование основывается на применении наилучших доступных технологий, являющихся экономически эффективными, позволяющими повышать энергоэффективность и снижать природоёмкость выпускаемой продукции, осуществлять реабилитацию деградированных ресурсов, вести освоение природных ресурсов на принципах "зелёной" экономики. На основе таких технологий должно осуществляться повышение эффективности энергообеспечения, водо-, земле- и лесопользования, потребления ресурсов океана, сокращение выбросов, адаптация к глобальным изменениям климата, развитие арктических, таёжных, горных, степных регионов, совершенствование прогнозирования риска природных катастроф.

В сфере горнодобывающей промышленности наилучшие доступные технологии позволяют перейти от наращивания объёмов потребляемых ресурсов к более глубокой переработке ископаемого сырья, повышению эффективности добычи необходимых минеральных компонентов с дальнейшей переработкой (рециклингом) отходов производства. Следует добиваться повышения степени извлечения полезных ископаемых из недр, а также полноты и комплексности выделения полезных элементов из руд за счёт повышения культуры производства и новых технологий.

Декларируемое сегодня развитие цифровой экономики требует совершенствования информационных систем и цифровых карт районирования территорий Арктики, Сибири, Дальнего Востока, юга России по природно-ресурсным и экологическим условиям, распространению природных и техногенных катастроф. Наличие таких карт позволяет разработать программу рационального пространственного развития России.

Применение наилучших доступных технологий открывает возможность введения разумных огра-

ничений природопользования на основе экономического анализа и оценки ресурсного потенциала, разработки концепции создания резервного запаса жизненно важных природных ресурсов, системы экономического стимулирования для повышения инвестиционной привлекательности регионов. Кроме того, это позволяет снизить социальные и экономические потери от неэффективного использования земель сельскохозяйственного назначения и лесных фондов, водных акваторий, потери от природных и техногенных катастроф.

Разработка принципиально новых ресурсозобновляющих технологий – не менее важная задача. Выступая на пленарном заседании 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 28 сентября 2015 г. в Нью-Йорке, Президент России В. В. Путин заявил: "Нам нужны качественно новые подходы. Речь должна идти о внедрении принципиально новых природоподобных технологий, которые не наносят урон окружающей среде, а существуют с ним в гармонии и позволяют восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой. Это действительно вызов планетарного масштаба" [25].

Следует подчеркнуть, что технологии должны быть не только принципиально новыми, но и природоподобными, то есть воспроизводящими процессы, протекающие в экосистемах биосферы. Только в этом случае можно быть уверенными, что внедрение их не приведёт к появлению экологических проблем, а позволит восстановить экологическую ёмкость экосистем и будет способствовать устойчивому развитию. В качестве примера можно привести технологии по управлению отходами – остатками биотических и абиотических компонентов биосферы после их использования для жизнеобеспечения или производственных нужд. Накапливающиеся отходы снижают качество условий обитания людей, содержат опасные химические соединения, вынос которых в атмосферу или геологическую среду вызывает деградацию экосистем.

В настоящее время для удаления отходов применяется несколько технологий. Наиболее перспективным считается сжигание, однако оно встречает категорические возражения со стороны экологов, поскольку не уничтожает отходы, а только переводит их во вредные газообразные выбросы и загрязнённую золу. Кроме того, сжигание нельзя считать природоподобной технологией, такого способа утилизации отмирающей биоты в биосфере не существует, зато широко распространён процесс биологического и химического разложения. В природе разлагается не только отмершая биота, но и горные породы (процессы выветривания). В основе разложения лежит процесс распада стареющих или отмираю-

щих компонентов на элементарные структуры — химические элементы и возвращение их в геохимические циклы Земли, где они используются в биосферном синтезе и получении новых компонентов биосферы. Именно процесс разложения может быть взят за основу разработки антропогенной технологии переработки отходов. Такая технология в настоящее время отсутствует. Разработка её — одна из научно-технических задач, которую необходимо решить в процессе перехода к стратегии возобновляемого ресурсопользования и устойчивого развития.

Ещё более важная задача — разработка новых технологий получения энергетических ресурсов. Общепринятым считается признание в качестве альтернативных видов энергетики энергии солнца, воды, ветра и атома. Ряд стран ведёт активную разработку технологий по получению этих видов энергии. Однако крупномасштабное получение энергии из нетрадиционных источников встречается ещё много научно-технических трудностей. Например, чтобы обеспечить солнечной энергией современное общество, площадь солнечных батарей должна составлять миллионы квадратных метров. Тем не менее уже сейчас на базе солнечной, ветровой и гидроэнергетики в мире вырабатывается 18,3% энергии [26]. Основная доля в получении возобновляемой энергии принадлежит гидроэнергетике. Солнечная и ветровая энергетика по-прежнему составляет относительно небольшую долю в общем объёме вырабатываемой энергии. Гидроэнергетика более эффективна, но встречается много возражений, связанных с водоперераспределением и появлением вместе с этим экологических проблем.

Не менее сложно обстоит дело с атомной энергетикой. В настоящее время на атомных станциях вырабатывается около 11% мирового производства электроэнергии. По своей природе атомную энергетику нельзя считать полностью возобновляемой, так как она основана на использовании минерального сырья — урана, не восстанавливающегося в природе. Но главные проблемы — безопасность АЭС и хранение отработанного топлива. Поэтому ряд стран, таких как Германия, отказались от использования атомной энергии, вырабатываемой на АЭС. В настоящее время ведётся работа над созданием реактора 4-го поколения, работающего на быстрых нейтронах. С переходом на этот вид реакторов будет соблюдаться принцип "радиационной эквивалентности", когда опасность отработанных отходов будет примерно эквивалентной радиации, создаваемой ураном в его естественном залегании.

* * *

В последние годы в публичных дискуссиях все опасности природного характера сво-

дятся главным образом к потеплению климата. В действительности наблюдающееся сейчас изменение климата является частью более глубокого процесса — нарушения устойчивого развития из-за нерационального природопользования, разрушения биосферы и истощения природных ресурсов — основы жизни. Изменения в биосфере развиваются со стремительной скоростью, приводя к росту на Земле деградированных территорий. Происходящие климатические изменения, тесно связанные с этими процессами, усугубляют деградацию биосферы.

Выход из неблагоприятно развивающейся ситуации может быть лишь один: необходимо перейти на принципиально новую стратегию природопользования. Такая стратегия должна базироваться на возобновляемом природопользовании, как это было декларировано ещё в 1992 г. на Всемирной конференции ООН по устойчивому развитию. Такой переход могут обеспечить только научные знания о природе биосферы, её законов, а также разработанные на их основе рациональное природопользование и принципиально новые технологии. Нужно спешить, ресурс времени очень мал. Что опередит — процесс деградации биосферы или возобновление её ресурсов на базе новых технологий? Именно это будет определять жизнеспособность современной цивилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 1992. <http://www/un.org/ru/documents/declconv/conventions/agenda21.shtml>
2. *Моисеев Н. Н.* Алгоритм развития. М.: Наука, 1987.
3. *Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
4. *Родман Б. Б.* Гуманизм, экология и рыночные отношения // *Здравый смысл.* 2007. № 3(44). С. 24–34.
5. *Лосев К. С.* Мифы и заблуждения в экологии. М.: Научный мир, 2010.
6. *Захаров В. М.* Экология и устойчивое развитие // Доклад о человеческом развитии в России за 2017 г. "Экологические приоритеты для России". М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. С. 42–55.
7. *Горшков В. Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995.
8. *Лосев К. С.* Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М.: Космосинформ, 2001.
9. Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году". М.: Министерство природных ресурсов и экологии, 2018.

10. Ревич Б.А. Окружающая среда и здоровье населения // Доклад о человеческом развитии в России за 2017 г. "Экологические приоритеты для России". М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. С. 85–106.
11. Helmer R. Water Demand and Supply 1997 / Nucl. Desalinat. Sea Water: Proc. Int. Symp. Taejon, 26–30 may, 1997. Vienna, 1997. P. 15–24.
12. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы: мир и Россия // Доклад о человеческом развитии в России за 2017 г. "Экологические приоритеты для России". М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. С. 147–172.
13. Rodda G. On the problems of assessing the World water resources // Geosci. and Water Resources: Environmental Data Modeling. Berlin–Heidelberg, 1997. P. 14–32.
14. Осипов В.И. Биосфера и экологическая безопасность. М.: РУДН, 2017.
15. Порфирьев Б.Н. Экономические последствия катастрофического наводнения на Дальнем Востоке в 2013 г. // Вестник РАН. 2015. № 2. С. 30–39.
16. Бобылёв С. Н., Немов В.И., Стеценко А.В. Роль лесов в переходе к устойчивому развитию // Доклад о человеческом развитии в России за 2017 г. "Экологические приоритеты для России". М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. С. 249–267.
17. Аргументы недели. 2018. № 31.
18. Chow J., Copp R.J., Portney P.R. Energy Resources and Global Development // Science. 2003. V. 302. P. 1528–1531.
19. EIA International energy Outlook, 2013.
20. Бугаев А.Ф., Рудько Г.И., Белявский Г.А., Яцишин А.В. Экологическая безопасность человека во Вселенной: ресурсно-энергоинформационный аспект. В 2-х томах. Т. 1. Киев-Черновцы: Букрек, 2018.
21. Аргументы и факты. 2018. № 42. С. 15.
22. Anderson R. Resource depletion. Opportunity or looming catastrophe? // BBC News. 12.06.2012. <https://www.bbc.com/news/business-16391040>
23. Нугматулин Р.И. Океан: климат, ресурсы, природные катастрофы // Вестник РАН. 2010. № 8. С. 675–689.
24. Осипов В.И. Экология и рыночная экономика // Экономические стратегии. 2016. № 8. С. 6–13.
25. Выступление Президента Российской Федерации В.В. Путина на пленарном заседании 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Нью-Йорк, 28 сентября 2015. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/50385>
26. Бобылёв С. Н., Соловьёва С. В. Экологические приоритеты в целях устойчивого развития: российский контекст // Доклад о человеческом развитии в России за 2017 г. "Экологические приоритеты для России". М.: Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. С. 26–41.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

© 2019 V.I. Osipov

Sergeev Institute of Environmental Geoscience of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: osipov@geoenv.ru

Received 08.11.2018

Revised version received 11.12.2018

Accepted 09.04.2019

The term "sustainable development" is based on the fundamental principle of improving human quality of life without destroying the natural environment (the biosphere). Humankind develops through the consumption of renewable (air, water, landscapes, and biota) and nonrenewable (fuel, ores, and other mineral resources) resources from the Earth. Constant renewal of resources is an essential condition for sustainable development. However, the present-day use of nature ignores this requirement, which inevitably leads to the depletion of resources, degradation of ecosystems, and global ecological disaster. This paper considers the modern level of consumption of life-supporting resources, which exceeds the permissible limits, and possible ways to prevent the approaching disaster. We draw several conclusions regarding the necessity to adopt a radically new nature-use strategy on the bases of the rational use and reproduction of resources as well as the development of new technologies of energy production from nontraditional sources.

Keywords: biosphere, life-supporting resources, renewable and nonrenewable resources, degradation of ecosystems, global ecological crisis, resource renewing nature use.