

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

DOI: 10.36535/0235-5019-2020-02-1

УДК 502/504:502.1

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ И КЛИМАТ

Канд. техн. наук **И.И. Потапов**

Всероссийский институт научной и технической информации, Москва,
ipotapov37@mail.ru

GLOBALIZATION AND CLIMATE

I.I. Potapov

Ключевые слова: глобализация, климат, общество, принятие решений, ресурсы.

Key words: globalization, climate, society, decision making, resources.

Обсуждены проблемы достижения устойчивого взаимодействия общества с глобальной окружающей средой. Отмечено нарастание негативных процессов в системе климат-биосфера с увеличением антропогенной нагрузки. Отмечено наличие противоречия между обществом и природой, для урегулирования которого требуется развитие эффективных средств и механизмов принятия решений на региональных и глобальных уровнях с учетом социальных, экономических, политических и демографических процессов. Указаны наиболее важные проблемы исследования окружающей среды и перечислены конкретные направления дальнейших экологических разработок.

The problems of sustainable development of interactions between society and nature are discussed. Increase of negative processes in the climate-nature-society system is marked as consequences of anthropogenic processes. Existence of the conflicts between society and nature is noted the overcoming of which needs the development of effective tools and mechanisms for decision making on regional and global scales taking into consideration of social, economic, political and demographic processes. The most important problems are shown to be as subjects for the environment investigations and specific future directions for the ecological studies are enumerated.

Введение

С развитием цивилизации все более актуальной становится проблема прогнозирования масштабности ожидаемых изменений климата и связанного с ним изменением среды обитания человека [1-19]. В первую очередь речь идет о возникновении и распространении нежелательных природных явлений, приводящих к гибели живых существ и причиняющих человеку масштабные экономические ущербы. Такие явления получили название природных катастроф. К природным катастрофам относятся наводнения, засухи, ураганы, штормы, торнадо, цунами, извержения вулканов, оползни, обвалы, сели, снежные лавины, землетрясения, лесные пожары, пылевые бури, сильные морозы, жара, эпидемии, нашествия са-

ранчи и многие другие природные явления. Возникновение многих из них в значительной степени имеет антропогенный характер, но интенсивность и частота зависят от показателей изменчивости климата.

Известно, что в историческом плане природные аномалии различного пространственного и временного масштабов играли определенную роль в эволюции природы, вызывая и активизируя механизмы регуляции природных систем. С развитием промышленности и возрастанием плотности населения эти механизмы претерпели значительные изменения и приобрели угрожающий жизни характер. Это в первую очередь связано с нарастанием и распространением амплитуды антропогенных возмущений в окружающей среде. Многочисленные исследования возникающих здесь проблем, проведенные за прошедшие десятилетия, показали, что частота катастрофических явлений в природе и их масштабность непрерывно нарастают, приводя к возрастанию риска больших потерь в экономике и человеческих жизней, а также к нарушениям социальной инфраструктуры [11,12].

Показатели потерь при возникновении чрезвычайных природных явлений во многом зависят от готовности территории к сокращению риска потерь и существенно изменяются во времени. Наибольшие потери вызывают наводнения и ураганы. Неоднородно также распределение катастроф и в пространстве. Природные катастрофы всегда выступали как регулятор процессов эволюции. Но усиление роли человека в их возникновении поставило вопрос о сохранении стабилизирующей роли этого регулятора в будущем. Поэтому восстановление уже подвергшейся существенным возмущающим воздействиям биосферы и поддержание ее в состоянии, обеспечивающем устойчивое развитие, в настоящее время становится главной целью человечества. Это подтвердилось на Всемирном климатическом саммите (COP 21) в Париже в 2015 г. Имеющаяся с момента принятия в 1997 г. Протокола Киото противоречивость проблемы здесь проявилась особо остро в связи с тем, что сокращение выбросов парниковых газов по-прежнему ведет к закрытию промышленных предприятий, что особенно неприемлемо для развивающихся стран.

Привлекающим в настоящее время большое внимание к проблемам глобализации и устойчивого развития посвящена обширная научная литература (приведенный список литературы иллюстрирует лишь небольшую часть существующих публикаций). Еще более многочисленны выступления в средствах массовой информации. Однако, несмотря на это, обсуждение рассматриваемой проблематики содержит много противоречий и недоговоренностей. Прежде всего, вызывает недоумение, что проблемы глобализации и устойчивого развития (УР) трактуются, как правило, как существующие отдельно и независимо. Между тем, не вызывает сомнений приоритет проблемы глобализации и подчиненное значение вопросов УР как одного из важнейших аспектов процессов глобализации. При этом понятие глобализации включает не только социально-экономические аспекты, но во многом связано с глобальными проблемами эволюции системы биосфера-климат-общество (СБКО). И в первую очередь наиболее актуальной является причинная связь изменения климата и роли отдельных биомов в этом изменении, включая леса, вечную мерзлоту и водные экосистемы [17].

Согласно Kавоус [8] не существует единого взгляда на понятие глобализации. Отсюда следуют и различные подходы к принятию решений в области природопользования. Однако существуют общие формальные показатели глобальных изменений, такие как концентрация CO_2 в атмосфере (400,57 ppm), повышение средней глобальной температуры (на 1,4°C с 1880 г.), сокращение площади арк-

тического льда (на 13,3% за последние 10 лет), повышение уровня Мирового океана (на 3,22 мм в год), сокращение площади лесов (на 1,5 млн км²) и другие глобальные изменения. Некоторые из них объясняются ростом численности населения (более 7,7 млрд человек в 2016 г.). Несмотря на имеющиеся в литературе дискуссии о причинах и следствиях глобальных изменений очевидным является противоречие между обществом и природой, для урегулирования которого требуется развитие эффективных средств и механизмов принятия решений на региональных и глобальных уровнях с учетом социальных, экономических, политических и демографических процессов. Важно понимание того, что среда обитания населения Земли ограничена по пространству и ресурсам. Речь, в конечном счете, идет о выживании всего человечества [10].

Суммируя, отметим наиболее важные текущие проблемы исследования окружающей среды.

- *Глобальное потепление.* Потепление климата вызывает повышение температуры океанов и поверхности суши, что сопровождается таянием полярных льдов, повышением уровня Мирового океана и изменением режима осадков, сопровождаемого мгновенно возникающими наводнениями, интенсивными снегопадами или опустыниванием.

- *Изменение климата.* Этот процесс имеет пространственное распределение изменений температуры атмосферы, как средней по регионам, так и во времени. Наличие множества прямых и обратных связей в системе атмосфера-океан-суша-общество делает задачу оценки этих изменений и выявления их главных причин достаточно сложной. Сосредоточение на выбросах парниковых газов не дает однозначного решения этой задачи.

- *Загрязнение.* Загрязняются практически все элементы окружающей среды: воздух, вода и почва. Многообразие загрязнителей расширяется с каждым годом в связи с развитием промышленности и других отраслей обеспечения жизненного пространства населения планеты.

- *Истощение природных ресурсов.* Человечество использует каменный уголь, нефть и природный газ. Их запасы ограничены и истощаются. Переход на возобновимые ресурсы типа солнечной, геотермальной и ветровой энергии, а также биоэнергии требует больших экономических вложений для развития необходимых технологий генерации и использования такой энергии.

- *Управление отходами.* Поступление отходов деятельности человека в окружающую среду является одним из элементов глобального кризиса. Многообразие отходов увеличивается с каждым годом. Особо опасными являются радионуклиды, тяжелые металлы, органические вещества, углеводороды нефти, различные химические вещества. Сокращение отходов и их переработка являются насущными проблемами современного общества, желающего сохранить окружающую среду в приемлемом для жизни качестве.

- *Перенаселение.* Непрерывный рост численности населения планеты ставит проблему обеспечения водой, пищей и топливом. Ясно, что между этими категориями существует ситуация достижения неравновесного состояния. Важно определить время его наступления. Это может быть достигнуто с помощью глобальной модели системы природа-общество (ГМСПО).

- *Увеличение количества городов.* С увеличением численности населения наблюдается рост количества городов, что способствует деградации наземных экосистем и сокращению территорий с природными экосистемами.

- *Генетическая промышленность.* Основная проблема состоит в том, что в последние десятилетия наблюдается расширение генетической модификации пищи с помощью применения различных биотехнологий. На этом пути могут возникнуть необратимые процессы изменения флоры и фауны без имеющихся на данный момент оценок последствий глобального масштаба.

- *Загрязнение воды.* Водный ресурс планеты является одним из элементов выживания человечества, но он постепенно уничтожается не только путем потребления, но и загрязнения токсичными веществами. По оценкам многих экспертов человечеству срочно необходимо принять конструктивные меры по охране водных ресурсов.

- *Кислотные дожди.* Кислотные дожди возникают из-за загрязнения атмосферы окислами серы и азота, приводя к резкому сокращению продуктивности как природных, так и сельскохозяйственных растений. Как результат сокращается объем пищи и возрастает опасность заболеваний различного типа.

- *Окисление океана.* Эта проблема напрямую связана с обменом CO₂ между атмосферой и океаном, что влияет на изменение глобального климата.

- *Истощение озонового слоя.* Токсические газы CFC (Chloro-floro carbons), запрещенные, но тем не менее выбрасываемые в атмосферу промышленностью, при достижении верхней атмосферы уничтожают озоновый слой и создают в нем так называемые озоновые дыры, через которые беспрепятственно проникают ультрафиолетовые лучи. Это одна из весьма важных проблем охраны окружающей среды.

- *Здоровье населения.* Критические ситуации в окружающей среде, выражающиеся в ее изменении под влиянием человека, повышают риск для здоровья населения и животных. Качество пищи, воды и воздуха напрямую влияет на здоровье живых существ, что может быть четким индикатором состояния окружающей среды.

- *Потеря биоразнообразия.* Активность населения ведет к исчезновению видов и сред обитания. Экосистемы, которые образовывались миллионы лет, чтобы иметь высокий уровень выживания и приспособленности, в настоящее время находятся в состоянии стресса, так как любой их элемент подвергается опасности быть уничтоженным или измененным. Таких примеров множество, например, коралловые рифы, поддерживающие жизнь в океане, непрерывно уничтожаются.

- *Обезлесивание.* Леса играют важную роль в стабилизации климата как стоки углекислого газа. В настоящее время около 30% лесных территорий занято другими экосистемами и этот процесс продолжается. Должен быть найден баланс между рисками резкого изменения климата и экономическими потребностями человечества.

Все, перечисленные выше категории, безусловно, формируют условия выживания населения планеты. Конечно, каждая из этих категорий имеет определенный вес в конкретном регионе. Например, обеспечение качественной питьевой водой становится актуальным практически во всех регионах земного шара [13]. Для некоторых регионов, особенно в Африке, риски нарушения снабжения питьевой водой населения особенно высоки. Следует обратить внимание на другую не менее актуальную категорию – безопасность обеспечения пищей, что является глобальной проблемой выживания человечества. Несмотря на имеющийся рост производства пищи один из семи жителей планеты сегодня получает недостаточное количество протеина и энергии от потребляемой пищи. Ясно, что тренды в демографической динамике и изменениях климата создают неопределенности в

вопросах оптимизации сельскохозяйственных экосистем. Все это затрудняет корректировку региональных стратегий природопользования как регуляторов окружающей среды.

Хронология переговоров по глобальному климату в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, начиная с 1972 г. в Стокгольме и кончая 2015 г. в Париже, показывает весьма скромные успехи. Все 196 стран-участниц глобального саммита по климату в Париже утвердили новое рамочное соглашение ООН, определяющее нормы выбросов парниковых газов после 2020 г. и меры по предотвращению изменения климата. Вопрос состоит в реальном воплощении этого соглашения, что оказывается проблемой из-за споров о глобальном потеплении.

Глобализация и устойчивое развитие

Хотя понятие глобализации появилось в работах французских и американских специалистов лишь в 60-х годах двадцатого века, процессы глобализации, строго говоря, начались в самом начале голоцена (10-15 тыс. лет тому назад), когда сформировался новый вид *homo sapiens*, который сразу стал характеризоваться стремлением к территориальной экспансии и к выходу за пределы своей экологической ниши (эти процессы были убедительно проанализированы Горшковым и др. [1,2]. Held и McGrew [6,7] справедливо отметили, однако, что до сих пор «...не существует – что весьма удивительно – ни убедительной теории глобализации, ни даже систематического анализа ее главных особенностей». Held и McGrew [6] поставили перед собой задачу ответить на следующие вопросы:

- Что такое глобализация? Как она должна быть выражена концептуально?
- Представляет ли собою современная глобализация некое новое состояние?
- С чем ассоциируется глобализация: с гибелью, возрождением или изменением государственной власти?
- Устанавливает ли современная глобализация новые ограничения в политике? Каким образом можно ввести глобализацию в рамки «цивилизации» и демократии?

При этом отмечено, что «Для начала глобализацию можно представить как процесс расширения, углубления и ускорения мирового сотрудничества, затрагивающий все аспекты современной социальной жизни – от культурной до криминальной, от финансовой до духовной». Held и McGrew [6,7] выделили и проанализировали результаты разработок, осуществленных тремя школами, названными гиперглобалистами, скептиками и трансформистами, специфически относящихся к анализу процессов глобализации.

Held и McGrew [6,7] подчеркнули, что «Глобализация, как старались мы доказать, не является ни чем-то уникальным, ни линейным процессом. Более того, лучше всего представлять ее себе как чрезвычайно дифференцированное явление, в состав которого входят такие разные сферы деятельности и сотрудничества, как политическая, военная, экономическая, культурная, миграционная и экологическая». «Политические, военные, экономические и культурные области и сферы труда, миграционных перемещений и экологии – вот те основные зоны действия власти, которые составят предмет нашего дальнейшего исследования».

Остановимся более подробно на анализе понятия глобализации, которое составляет основу монографии [7]. Наиболее глубокое понимание глобализации дает представление о ней как о процессе или ряде процессов, а не каком-то уникальном состоянии. Она не является результатом упрощенной логики линейного

развития, так же как не служит и прототипом всемирного общества или мирового сообщества. Скорее, глобализация означает возникновение межрегиональных структур и систем взаимодействия и обмена. В этом отношении подключение национальных и социальных систем к более широким глобальным процессам следует четко отличать от глобального объединения, как бы оно ни понималось [3].

Пространственный охват и плотность глобальных и межнациональных взаимосвязей образуют сложные паутины и структуры отношений между сообществами, государствами, международными учреждениями, неправительственными организациями и многонациональными корпорациями, которые образуют глобальный порядок. Эти частично совпадающие и взаимодействующие структуры определяют пути развития сообществ, государств и социальных сил, которые одновременно и принуждают их, и наделяют полномочиями. В этом отношении глобализация родственна процессу структуризации, поскольку она является продуктом, как индивидуальных действий, так и совокупных взаимодействий между бесчисленными исполнителями и учреждениями, разбросанными по всему земному шару. Глобализация связана с развивающейся динамической глобальной структурой, предоставляющей возможности и налагающей ограничения. Но это также и строго стратифицированная структура, так как процесс глобализации происходит крайне неравномерно: он учитывает существующие модели неравенства и иерархии и в то же время создает новые правила включения и исключения, новые представления о победителях и проигравших. Таким образом, глобализацию можно понимать как воплощение процессов структурирования и стратификации [4].

Немногие области общественной жизни остались незатронутыми процессами глобализации. Эти процессы нашли свое отражение во всех социальных сферах: культурной, экономической, политической, законодательной, военной – вплоть до экологической. Наиболее адекватным является понимание глобализации как многоаспектного или дифференцированного социального феномена, который надо понимать не как некое уникальное состояние, а как нечто связанное с моделями усиливающихся глобальных взаимосвязей во всех ключевых областях социальной деятельности. Следовательно, чтобы понять динамику и последствия глобализации, необходимо какое-то знание о разных моделях глобальных взаимосвязей в каждой из этих областей. Например, модели глобальной экологической взаимозависимости радикальным образом отличаются от моделей культурного или военного глобального взаимодействия. Любая общая концепция процессов глобализации должна исходить из того, что глобализацию лучше представлять себе не в виде какого-то уникального состояния, а в форме дифференцированного и многопланового процесса.

Поскольку глобализация отменяет и нарушает политические границы, она ассоциируется с разрушением и перераспределением территориальности социально-экономического и политического пространства. А так как экономическая, социальная и политическая активность все в большей степени «распространяется» по земному шару, она уже неспособна организовываться только по территориальному принципу. Каждая такая активность может быть укоренена в тех или иных регионах, но территориально не закреплена. В условиях глобализации «локальное», «национальное» и даже «континентальное» пространство (политическое, социальное и экономическое) перестраивается так, что уже не обязательно совпадет с юридически закрепленными территориальными границами. С другой стороны, по мере того как глобализация усиливается, она все больше – стимули-

рует социально-экономическую активность, не связанную с определенной территорией, путем создания субнациональных, региональных и вненациональных экономических зон, механизмов управления и культурных комплексов, что также может усиливать «локализацию» и «национализацию» обществ. Соответственно, глобализация включает в себя элементы разрушения и перераспределения территориальных границ политической и экономической власти. В этом отношении ее лучше всего описывать как процесс вне территориальный.

Беспрецедентно возросший интерес к проблемам глобализации определяется их несомненной актуальностью и остротой. Хотя до сих пор отсутствует общепринятое определение понятия «глобализация», ясно, что речь идет об изменениях в глобальном масштабе, которые касаются состояния взаимоотношений человека и природы, динамики научно-технического прогресса (особенно в области информатики и коммуникаций), социально-экономического развития и таких его аспектов, как международная торговля, финансы и др. Существующие в настоящее время оценки современного состояния цивилизации весьма противоречивы из-за несовместимости трех проблем: нищета, глобальное потепление климата и распространение оружия. Сопровождающие явления этих трех проблем оказываются неразрешимыми как на региональном, так и на глобальном уровнях. При этом повышенное внимание к проблеме «глобального потепления» сопровождается целым рядом конъюнктурных обстоятельств, относящихся к областям политики и экономики [15].

Так или иначе, глобализация напрямую связана с устойчивым развитием системы природа-климат-общество. Индикаторами устойчивого развития являются показатели состояния природной среды, экономики и общества. Объединяющим началом для проблем глобализации и устойчивого развития служит глобальная экодинамика. Проблемы глобальной экодинамики (изменений в системе «природа - общество» в глобальных масштабах) привлекают всевозрастающее внимание [11,12]. Цель соответствующих разработок состоит в оценках изменений в системе «природа - общество» (СПО), происходивших в прошлом, наблюдаемых в настоящее время и возможных в будущем. Даже оценки современной экологической ситуации являются более чем противоречивыми, варьируя в диапазоне от обоснования благополучия (как это сделано, например, в нашумевшей монографии Lomborg [14] до выводов об угрожающей миру экологической катастрофе (подобные суждений наиболее популярны, особенно в средствах массовой информации). Иллюстрируя апокалиптические прогнозы, Lomborg подобрал целую коллекцию экологических «молебнов» (litany), к числу которых относятся, например, такие высказывания: «...уже более 40 лет Земля посылает нам сигналы “бедствия”» (журнал Time). Пожалуй, наиболее ярким случаем, несомненно политически мотивированного «экологического экстремизма», является заявление сэра David King, советника по науке премьер-министра Великобритании, согласно которому изменения климата представляют собой более грозную глобальную опасность, чем терроризм.

К числу главных приоритетов исследований динамики СПО принадлежат:

- концептуальный и аналитический подходы к изучению взаимосвязей в системе природа - общество;
- выявление взаимосвязей проблем окружающей среды и социально-экономического развития с экологической политикой;
- установление взаимосвязей между уже происходящими и возможными в ближайшем будущем изменениями окружающей среды;

- обоснование таких средств, которые могут быть использованы для изучения упомянутых взаимосвязей;

- обеспечение комплексного выполнения обязательств при соблюдении законов международного экологического права в национальных программах, посвященных всем направлениям разработок;

- выявление пробелов в научных разработках и оценках.

Реализация перечисленных основных принципов должна быть выполнена с учетом следующих четырех общих требований:

- 1) согласование научных разработок, экологической политики и их осуществления;

- 2) учет взаимосвязи экодинамики и социально-экономического развития;

- 3) рассмотрение специфики процессов в различных пространственных масштабах;

- 4) отображение специфики процессов в различных временных масштабах.

Основопологающим обстоятельством является необходимость учета взаимосвязанности ключевых проблем экодинамики, определяемая наличием большого числа обратных связей в СПО и нелинейности, за счет которой могут возникать «пороговые эффекты», а также синергизма технологий и экологической политики. Многочисленные иллюстрации актуальности учета различной взаимосвязанности содержит проблематика глобальных изменений климата.

Адекватный анализ роли обратных связей и нелинейности СПО серьезно осложняет фрагментарность имеющейся информации. В этой связи вызывает огорчение то обстоятельство, что до сих пор не получила должного признания разработанная в России концепция биотической регуляции окружающей среды [1,2], которая могла бы составить концептуальную основу для решения проблем глобальной экодинамики. К сожалению, концепция биотической регуляции остается «незамеченной» в международных институтах, иллюстрацией чего является, в частности, недавняя полемика по поводу концепции «Гайя» (Kerr, 2005).

Концепция биотической регуляции опирается на следующие выводы.

1. Земля представляет собой уникальную планету Солнечной системы, поскольку на этой планете существует жизнь в форме биоты - совокупности всех живых организмов, включая человека. Важные свойства жизни включают: биологическую устойчивость видов и их сообществ, а также очень жесткое распределение потоков энергии, поглощаемой биотой, по организмам различных размеров. Биота ответственна за формирование свойств окружающей среды и их устойчивости в соответствии с потребностями биоты. Только по этой причине стало возможным долговременное существование биоты на Земле на основе принципа биотической регуляции. Поддержание устойчивости окружающей среды является одной из главных целей всех живых организмов.

2. Подобно множеству других видов, *Homo sapiens* является одним из видов биоты и поэтому его важная задача также состоит в поддержании стабильности глобальной биосферы. В противном случае устойчивое развитие было бы невозможным. Человек покинул его природную экологическую нишу и стал потреблять значительно больше ресурсов биосферы, чем это допускают требования экологического равновесия. После начала промышленной революции подобный процесс нарушения природного равновесия непрерывно ускорялся в условиях быстрого роста численности населения.

3. Приближенные оценки показали, что для обеспечения устойчивого состояния биосферы допустимо использование не более 1% ее ресурсов. В настоящее

время эта доля близка к 10%. Похожая ситуация существует и в отношении эволюции глобальных биогеохимических круговоротов вещества. Так, например, замкнутость глобального круговорота углерода до начала промышленной революции была близка к 0,01% (большую роль в установлении устойчивого состояния биосферы имело биоразнообразие). К настоящему времени произошел спад замкнутости до 0,1% и становится все более ощутимой угрозой глобальной экологической катастрофы.

Таким образом, необходимо рассматривать биосферу не как ресурс, но как фундаментальное условие продолжения жизни на Земле. В настоящее время главной целью должно стать восстановление уже подвергшейся существенным возмущающим воздействиям биосферы и поддержание ее в состоянии, обеспечивающем устойчивое развитие.

Трудная проблема состоит, однако, в наличии многих недостаточно изученных аспектов динамики биосферы. Решающая роль принадлежит в этом контексте созданию адекватных систем наблюдений и дальнейшему совершенствованию методов численного моделирования. Первая из этих проблем особенно актуальна, поскольку до сих пор адекватная система мониторинга глобальных изменений не только не существует, но даже и не обоснована концептуально.

4. Критически важная особенность развития современной цивилизации состоит в существовании неравенства между промышленно развитыми и развивающимися странами, которое проявляется, прежде всего, в неэквивалентном использовании существующих ресурсов. Душевое потребление «золотого миллиарда» несравнимо выше, чем для остальной части мира. Необходимо поэтому достичь соглашения о новом социальном порядке, основанном на соглашении о сотрудничестве и партнерстве. Осуществление адекватных систем жизнеобеспечения возможно лишь на базе соответствующих международных соглашений.

5. Становится все более ясным, что современная система рыночной экономики не обеспечивает перехода от неустойчивой к устойчивой траектории развития. Соответствующие усилия, предпринимаемые в таких областях, как образование, законодательство и менеджмент, нельзя признать достаточными. Более конструктивную роль могут играть неправительственные и религиозные организации.

6. Для стимулирования перехода к устойчивому развитию необходимо комплексное осуществление целого ряда мер, основанных на понимании сложности современной ситуации. Крайне важно осознание того обстоятельства, что дальнейшее развитие общества потребления приведет к глобальной экологической катастрофе и коллапсу цивилизации. Единственное решение проблемы состоит в отказе от традиционной парадигмы общества потребления и в радикальном изменении образа жизни на основе признания приоритетов духовных ценностей. Для преодоления социальных контрастов «Север - Юг» необходимы срочные меры по оказанию помощи развивающимся странам на основе осуществления ранее принятых рекомендаций ООН.

Именно концепция биотической регуляции должна составлять основу главного приоритета программы ЮНЕП (UNEP, 2004), который определен как взаимодействия между человеком и окружающей средой: концептуальный подход к анализу взаимосвязей. Эту проблему предлагается решать с применением разработанной ЮНЕП концептуальной модели DPIR (Drivers, Pressures, Impact, Response), описывающей причинно-следственные связи между экологическим и социально-экономическим компонентами СПО. Обнадеживающим фактором является Программа ООН по окружающей среде, в которой выделены такие при-

оритеты, как изменение климата, бедствия и конфликты, регулирование экосистем, экологическое руководство, химические вещества и отходы, ресурсо-эффективность [5].

К числу отдельных конкретных направлений экологических разработок относятся:

1. *Природные и антропогенно обусловленные изменения окружающей среды.* В этом контексте ключевое значение имеет системная классификация и приоритизация взаимосвязей между природными и антропогенными изменениями окружающей среды (стоит подчеркнуть, что нерешенность подобной проблемы является одной из главных причин крайней противоречивости существующих выводов относительно природы современных глобальных изменений климата. В программном документе ЮНЕП справедливо подчеркнута первостепенная актуальность проблематики биогеохимических взаимодействий и круговоротов (даже в случае круговорота углерода мы все еще далеки от адекватного понимания наиболее существенных механизмов его формирования).

2. *Экологические факторы и благосостояние человека.* Требуют внимания экологические факторы как позитивного, так и негативного характера. К числу первых относятся экосистемы, выполняющие функции жизнеобеспечения (вода, пища, рекреации и многое другое), а ко второй категории принадлежат, в частности, различные факторы экологического стресса (болезни, вредители сельского хозяйства, природные бедствия и др.).

3. *Антропогенные воздействия на окружающую среду.* В этой связи особый интерес представляет анализ демографической динамики и условий социально-экономического развития. Также важно оценить и сбалансировать возможные потенциалы для снижения негативных воздействия на природную среду за счет производства пищи и других средств существования человека.

4. *Экологическая политика и ее взаимосвязи с экодинамикой.* Имеется в виду использование технологий, институциональные меры и управление риском. Отдельное место занимают проблемы взаимодействия науки и экологической политики.

Что касается конкретных факторов экодинамики, то в программе UNEP (2004) справедливо подчеркнута приоритетное значение анализа и оценки роли взаимосвязей между такими, например, проблемами, как биоразнообразие, изменения климата, деградация плодородия почв, пресная вода, прибрежная и морская окружающая среда, локальное и региональное качество воздуха, истощение озонового слоя, устойчивые органические загрязнители (POPs) и тяжелые металлы.

К числу вопросов, требующих ответов, принадлежат:

- Каковы ключевые взаимосвязи между различными изменениями окружающей среды и какими факторами они обусловлены?
- Каким образом осуществляются взаимосвязи между различными антропогенными воздействиями и в какой степени они могут быть «отключены», если это потребует?
- В какой мере проявляется взаимозависимость между обеспечиваемой экосистемами продукцией и функционированием экосистем?
- Каковы существующие в настоящее время взаимосвязи между воздействиями и реакциями на них и в какой степени они могут быть перегруппированы или устранены в случае необходимости изменить взаимодействия в системе природа - общество?

Пока общество пытается ответить на эти вопросы современное состояние глобальных экосистем вызывает большую озабоченность. За последние 50 лет экосистемы земного шара подверглись таким антропогенно обусловленным изменениям, которых они не испытывали в течении всей эволюции в период голоцена. Такого рода изменения были связаны с увеличением численности населения и ростом потребностей в пище, пресной воде, древесине, волокне и топливе. Естественно, что подобные изменения способствовали прогрессу социально-экономического развития и благосостояния людей, но в такой различной степени (в различных регионах земного шара и для разных групп населения), что в некоторых случаях последствия использования ресурсов биосферы для людей оказались негативными. Не менее важно, что реальная цена воздействия на глобальную биосферу начала осознаваться лишь в последние годы, причем их негативные последствия для части людей определяются рассмотренными далее тремя проблемами, от решения которых зависят долговременные возможности устойчивого использования ресурсов биосферы.

Во первых, как показали оценки состояния экосистем на рубеже тысячелетий [16], около 60% экосистем подверглись либо деградации, либо неустойчивому использованию, включая такие ресурсы как пресная вода, уловы рыбы, локальный и региональный климат, а также наблюдалось влияние на природные бедствия и паразитов. Хотя связанные с этим материальные потери оценить трудно, но не вызывает сомнений, что они значительны и характеризуются трендами усиления. Многие экосистемы подвергались повреждению, обусловленным воздействиями на другие «экосистемные службы» – например, связанные с производством пищи.

К числу конкретных проявлений воздействий на экосистемы относятся следующие факты.

- За 65 лет после 1950 г. произошла более значительная трансформация территории суши в сельскохозяйственные земли, чем в течение предшествующих 150 лет (1700-1850 гг.). В настоящее время культивируемые земли (районы, где не менее 30% ландшафтов занято землями сельскохозяйственного назначения) занимают примерно одну четверть поверхности суши. Пахотные земли занимают 13812040 км², пастбища расположены на 33556943 км² и земли с долговременными посадками составляют 1484087 км².

- За последние несколько десятилетий потеряно 19% глобальных коралловых рифов и ожидается, что в ближайшие 10-20 лет будет потеряно еще 17%, многие из которых уже подверглись значительной деградации. За то же время утрачено 35% мангровых лесов (около половины этих лесов в тех регионах, где документация наиболее полна).

- После 1960 г. объем воды в водохранилищах за дамбами возрос в четыре раза. В условиях искусственных резервуаров находится в 4-6 раз больше воды, чем в реках. Отъем воды из рек и озер увеличился с 1960 г. вдвое, а поступление в них фосфора утроилось. В глобальных масштабах около 70% воды используется в интересах сельского хозяйства.

- Начиная с 1960 г. произошел рост поступления химически активного (биологически доступного) азота в экосистемы суши в два раза, а поток фосфора утроился. Более половины всех синтетических азотных удобрений, которые были впервые произведены в 1913 г., использовано позднее 1985 г.

- После 1750 г. концентрация углекислого газа в атмосфере возросла с 280 до 414,7 млн⁻¹ в мае 2019 г., что явилось главным образом следствиями сжигания ископаемых топлив и изменений землепользования. Примерно 60% этого роста пришлось на период после 1959 г.

Совершенно отчетливым и угрожающим стал спад биоразнообразия:

- В настоящее время потери биологического разнообразия составляют около 10 тыс. видов, что в 10 раз больше естественной фоновой скорости вымирания биологических видов.

- К 1990 г. более двух третей площади самых крупных биомов суши были превращены главным образом в сельскохозяйственные земли. При этом 25% земельных ресурсов приходится на Азию и 6% на Австралию. В 2019 г. сельскохозяйственная площадь составляла 13,2%.

- В пределах ареалов различных таксономических групп наблюдался спад либо численности, либо диапазона разнообразия большинства видов.

- Распределение видов на Земле становится более однородным: совокупность видов, наблюдаемая в каком-либо регионе, становится более похожей на соответствующую другому региону, что является следствием, главным образом, преднамеренной или непреднамеренной интродукции видов в сочетании с усилившимися дальними перемещениями и перевозками.

- Имеет место спад общего числа видов на планете. За последние несколько сотен лет скорость антропогенно обусловленной экстинкции видов возросла более, чем в 1000 раз, по сравнению с фоновым уровнем, характерным для истории планеты. Примерно 10-30% видов млекопитающих, птиц и амфибий угрожает истребление. Наиболее высокая доля находящихся под угрозой видов характерна для пресноводных экосистем.

- Происходил глобальный спад генетического разнообразия, особенно в случаях культивируемых видов.

Сильные изменения экосистем обусловлены, как правило, необходимостью удовлетворения возрастающих потребностей в пище, воде, древесине, волокне и топливе. Однако непреднамеренные повреждения некоторых экосистем были обусловлены также строительством дорог, морских портов, развитием городов и повышением уровня загрязнений окружающей среды.

Глобальная численность населения, перешагнувшая в начале 21-го тысячелетия границу 7 млрд. и более (в июле 2019 г. было 7 718 989 тысяч), чем шестикратный подъем масштабов экономики определили радикальное возрастание требований к «экологическим службам». Связанные с этим возрастающие потребности в использовании природных ресурсов еще более обостряют экологическую обстановку практически во всех уголках земного шара. Важное значение имеет тот факт (хотя все еще не полностью установленный), что происходящие изменения экосистем могут повышать вероятность нелинейной динамики экосистем (включая ускоряющиеся, внезапные и потенциально необратимые изменения), способной негативно повлиять на устойчивое функционирование систем жизнеобеспечения. Примерами, относящимися к подобной ситуации, могут служить вспышки заболеваний, резкие изменения качества питьевой воды, формирование «мертвых зон» прибрежных вод, коллапс рыболовства, изменения регионального климата и др.

К сожалению, многочисленные анализы фактов и оценок глобальных изменений в динамике и эволюции подсистем СПО с различными выводами экспертов

не дают конструктивного и безопасного механизма взаимодействия человека и природы, а лишь каждый раз ставят новые вопросы. Тем не менее, перечисление и обсуждение базовых проблем позволяет ближе подойти к созданию такого механизма.

Информационно-моделирующие технологии в изучении глобальной экодинамики

С развитием общества все острее становится проблема охраны окружающей среды от последствий антропогенного воздействия на обширных территориях. Даже использование спутниковых систем мониторинга окружающей среды не дает возможности получения достоверных оценок ее состояния. В результате государствам приходится выделять значительные финансовые средства на создание и модернизацию систем мониторинга. Поэтому естественно возникла задача создания такой технологии синтеза этих систем, чтобы которая обеспечивала при минимальных затратах максимальную эффективность контроля состояния подсистем окружающей среды.

Методы локальной диагностики окружающей среды не могут дать комплексную оценку состояния природного объекта или процесса, особенно в случае, когда этот элемент окружающей среды занимает обширные пространства. Любые технические средства сбора данных об окружающей среде позволяют получать лишь отрывочную во времени и фрагментарную по пространству информацию. В частности, микроволновые радиофизические системы дистанционного зондирования, широко используемые при оснащении летающих лабораторий и природно-ресурсных спутников, поставляют ряды данных, которые географически привязываются к трассам полета. Восстановление информации в межтрассовом пространстве возможно лишь с помощью методов пространственно - временной интерполяции, для развития которых многими авторами привлекаются методики и алгоритмы имитационного моделирования.

С точки зрения решения комплексной задачи диагностики окружающей среды важен синтез системы, объединяющей такие функции, как сбор данных с помощью дистанционных и контактных методов, их анализ и накопление с последующей тематической обработкой. Такая система способна обеспечивать систематическое наблюдение и оценку состояния окружающей среды, предопределять прогнозную диагностику изменений элементов окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности и при необходимости анализировать развитие процессов в окружающей среде при реализации сценариев антропогенного характера с выдачей предупреждений о нежелательных изменениях характеристик природных подсистем. Реализация таких функций мониторинга окружающей среды возможна при использовании методов имитационного моделирования, обеспечивающих синтез модели изучаемой природной системы.

Развитие моделей биогеохимических, биоценологических, гидрофизических, климатических и социально-экономических процессов в окружающей среде, обеспечивающих синтез образов ее подсистем, неизбежно требует формирования систем автоматизации обработки данных мониторинга и создания соответствующих баз данных. Как показали многочисленные исследования в этом направлении, существуют сбалансированные критерии отбора информации, учитывающие иерархию причинно-следственных связей в биосфере, которые включают согласование допусков и глубины пространственной дискретизации при описании атмосферы, наземных экосистем и гидросферы, степень их элементной детализации.

Применение математического моделирования в системах спутникового мониторинга, как показывают многочисленные исследования, может дать практический эффект только при создании единой сети данных, сопряженной с моделью системы природа-общество. Концептуальная схема адаптивного режима таким образом организованного мониторинга диктует принятие такой архитектуры системы мониторинга, которая бы объединяла знания различных наук в единую систему и создавала возможность гибкого управления этими знаниями. Это возможно по пути объединения ГИС-технологии, методов экспертных систем и имитационного моделирования.

Развитие ГИС-технологии

ГИС обеспечивает обработку географических данных, связь с базами данных и символическое представление топологии изучаемых территорий. Расширение ГИС до ГИМС=ГИС∪Модель изменяет некоторые функции пользовательского интерфейса компьютерных картографических систем, включая прогнозные оценки на основе априорных сценариев изменения условий функционирования подсистем окружающей среды. При этом имеющиеся измерения параметров подсистем могут использоваться как для оценки коэффициентов моделей, так и непосредственно для прогнозной оценки по методике эволюционной технологии.

Развитие и применение идей ГИМС-технологии, предусматривающей соединение методик и алгоритмов математического моделирования с наземными и дистанционными измерениями характеристик окружающей природной среды, как показывает опыт, возможно на базе синтеза летающих и передвижных лабораторий. В будущем именно такие комплексы будут решать следующие основные задачи:

- Прогнозирование времени начала и степени опасности стихийных бедствий, аварийных ситуаций и техногенных катастроф.
- Контроль динамики аварий и катастроф, в том числе и в сложных метеоусловиях, и выдача информации для принятия решения.
- Оценка последствий аварий и катастроф для городов, сельскохозяйственных и лесо-болотных угодий, морской и приморской флоры и фауны.
- Выдача целеуказаний спасательным службам при проведении поисково-спасательных работ.

ГИМС-технология позволит решать проблемы мониторинга территорий крупных промышленных центров. Среди них можно указать такие как:

- изучение сезонных параметров элементов городского и пригородного ландшафтов, геофизических полей и локальных аномалий различной природы, выявление закономерностей взаимосвязи их феноменологических и топологических характеристик, представление результатов исследования в виде тематических карт стандартизованного масштаба;
- создание методологии оценок экологического и санитарного состояния жилой, промышленной, лесопарковой и пригородной зон, водоемов и рек, теплотрасс и продуктопроводов, транспортных и электросетей;
- исследование сезонной и суточной динамики характеристик мест складирования бытовых и производственных отходов, источников загрязнения земных покровов, воздушного и водного бассейнов;
- решение обратных задач и разработка статистических критериев подобия применительно к локальным антропогенным и геофизическим особенностям го-

родской и пригородной территорий, приземной атмосферы, облачности и озонового слоя, динамики загрязнения и их элементов.

Системы мониторинга, базирующиеся на ГИМС-технологии, должны реализовываться на основе данных следующих пяти взаимодополняющих друг друга ступеней, обладающих должным техническим, методическим и метрологическим обеспечением:

- Съёмки с борта космических аппаратов:
 - оценки глобальных экологических характеристик исследуемого региона (с учетом интересов нижележащих уровней экомониторинга);
 - оптическая прозрачность, состояние малых газовых и аэрозольных составляющих атмосферы Земли;
 - интегральная характеристика техногенного загрязнения воздушного и водного бассейнов, состояния озонового слоя;
 - состояние земных покровов и градостроительных объектов.
- Исследования с борта многоцелевых и специализированных самолетов-лабораторий:
 - экологические характеристики окружающей среды региона (с учетом интересов третьего и четвертого уровней экомониторинга);
 - энергетические и поляризационные характеристики микроволновых полей излучения и отражения элементов городского и других пейзажей;
 - радиотепловые и радиолокационные изображения территории города, мегаполиса, участка леса и других территорий;
 - изображения и параметры теплового поля ландшафта в ближнем и дальнем ИК-диапазонах;
 - оптическая прозрачность, влагосодержание и другие характеристики атмосферы при ее зондировании в надирном и зенитном направлениях;
- Вертолетные и легкомоторные самолетные лаборатории. Они обеспечивают данными маловысотный (80-500 м) уровень экомониторинга в плане фиксации параметров:
 - локальных эко-характеристик региона (с учетом интересов передвижных и стационарных наземных или плавающих пунктов наблюдения);
 - загрязнения приземной атмосферы газовыми и твердыми аэрозолями;
 - фона и аномалий радиоактивности окружающей среды; тепловых полей (ИК и СВЧ диапазонов) отдельных участков региона;
 - антигенного загрязнения воздушной среды в зоне дыхания людей;
- Автомобильные, судовые и стационарные пункты наблюдения. Эти пункты определяют и уточняют в пределах отдельных маршрутов и секторов региона местоположения и структуры локальных эко-аномалий.
- Пятый уровень экомониторинга обеспечивается непосредственно ГИМС-технологией:
 - сбор, аннотирование и хранение данных всех четырех уровней экомониторинга в единой пространственно-временной системе координат;
 - экспресс анализ, обработка и привязка к характерным точкам местности и карте экспериментальных и рассчитанных оценок состояния окружающей среды с выделением их особенностей;
 - идентификация источников загрязнения и других нарушений окружающей среды, оценка динамики и прогнозирование последствий их влияния на экологию

ческую и санитарную обстановку, выявление путей миграции и концентрации вредных веществ по территории региона;

- подготовка информации для потребителя в стандартизованных формах, обеспечивающих воссоздание объективной картины экологической и санитарной обстановки, а также обосновывающих пути рационального решения текущих и перспективных природоохранных проблем.

Глобальный климат и энергетика

Несмотря на наблюдаемое изменение климата и связанное с этим возрастание природных катастроф интенсивное развитие хозяйственной деятельности человека (определяемое, прежде всего, продолжающимся возрастанием численности населения на Земле) диктует необходимость дальнейшего развития энергетики. Основу производства энергии все еще составляет использование углеводородного сырья, что порождает серьезные экологические последствия. Не случайно в повестке дня состоявшегося 7-8 июля 2005 г. в Шотландии совещания группы восьми ведущих государств мира (группа G-8) в качестве одной из двух ключевых проблем была выбрана проблема глобального потепления, а следующая сессия G-8 (2006 г., Россия) сконцентрировалась на обсуждении проблем энергетики. Озабоченность ведущих стран мира связана с тем, что отсутствует научно обоснованный надежный прогноз изменения региональных температур и осадков, что вызывает неопределенность в принятиях природоохранных мероприятий и не формализует наблюдаемые тенденции в возрастании природных катастроф, особенно засух и наводнений. Из-за этого возникают кризисные ситуации, такие как в Бразилии. В 2001 г. в Бразилии случился серьезный кризис, который вынудил ввести ограничения на потребление энергии, чтобы избежать катастрофических «блэкаутов». Главными причинами кризиса были:

1) длительные засухи, продолжавшиеся (в различных регионах) на протяжении до 6 лет (1996-2001 гг.) и снизившие выработку гидроэлектроэнергии;

2) возрастающее энергопотребление;

3) задержки с пусками новых электростанций. Специфика производства электроэнергии в Бразилии состоит в том, что в 2002 г. около 85 % приходилось на долю гидроэлектростанций, причем планирование гидроэлектрической системы предусматривало удовлетворение требований к уровню производства в случае последовательности трех засушливых лет.

Однако в апреле 2001 г. объем воды в водохранилищах гидроэлектростанций составлял лишь 20-30 % по сравнению с максимальным значением. Именно это побудило правительство Бразилии принять решение о серьезном ограничении потребления электроэнергии.

Естественно, что сильная «экозависимость» производства электроэнергии диктует необходимость его диверсификации. В этой связи возникает необходимость комплексного анализа современного состояния и перспектив дальнейшего развития глобальной энергетики, имея в виду возможности его диверсификации, меры в области экономики энергопотребления, повышения уровня эффективности производства энергии и минимизацию негативных экологических последствий (переход от углеводородной к «чистой» энергетике). Речь идет о достижении в каждой отдельной стране и в мире в целом такого уровня производства энергии, который был бы экологически безопасным, устойчивым и обеспечивающим растущие потребности экономики (заметим, что, например, США затрачивают в на-

стоящее время около полумиллиарда долларов ежедневно на импорт нефти, преимущественно из стран Ближнего Востока).

Важный аспект проблемы состоит в неспособности рыночных механизмов регулировать энергетику с точки зрения ее устойчивости и экологической безопасности, что диктует необходимость вмешательства правительств и международных организаций. Обсуждение проблем энергетики обычно ограничивается анализом динамики потребительских цен на энергоносители и различных кризисных ситуаций, порожденных дефицитом энергоресурсов. К сожалению, никакие долгосрочные прогнозы ценовой политики в области рынка энергоресурсов не работают. Эти прогнозы и биржевые колебания особенно оказались непредсказуемыми в 2014-2015 гг., когда уровень неопределенности резко повысился.

Данные табл. 1 и 2 иллюстрируют быстрое возрастание глобального потребления ископаемых топлив по данным Института мониторинга глобальных ресурсов (США) за 1950-2015 гг. [19]. Более детальное рассмотрение статистических данных, относящихся к различным видам ископаемых топлив и к энергоресурсам вообще, показывает большую неравномерность распределения энергопотребления по различным странам. Это означает, что достижение сбалансированной политики в области реализации мероприятий по предотвращению неконтролируемых воздействий на глобальный климат остается на уровне экспертных обсуждений. Результаты табл. 1 наглядно показывают эту несбалансированность.

Таблица 1.

**Глобальное потребление ископаемых топлив
(в млн. тонн нефтяного эквивалента) за 2000-2015 гг.**

Год	Уголь	Нефть	Газ	Год	Уголь	Нефть	Газ
2000	2360,9	3537,2	2191,9	2008	3500,1	3999,0	2751,0
2001	2381,3	3554,9	2214,7	2009	3451,9	3922,9	2679,1
2002	2433,5	3589,0	2286,0	2010	3611,2	4041,8	2879,7
2003	2629,2	3655,6	2341,7	2011	3777,4	4085,4	2943,8
2004	2914,5	3870,8	2435,6	2012	3798,8	4133,2	3017,8
2005	3122,4	3919,3	2505,3	2013	3867,0	4179,1	3052,8
2006	3278,0	3968,9	2577,9	2014	3881,8	4211,1	3065,5
2007	3457,5	4017,3	2675,4	2015	3923,3	4248,9	3120,7

Таблица 2.

Годовое потребление энергии и выбросы CO₂ в различных странах

Страна	Коммерческая энергия, подушное потребление в нефтяном эквиваленте.	Нефть, баррелей/сутки на 1000 человек	Электроэнергия, кВт/час/человек	Подушные выбросы углекислого газа, тонн
США	8,1	70,2	12331	19,7
Япония	4,1	42,0	7628	9,1
Германия	4,1	32,5	5963	9,7
Польша	2,4	10,9	2511	8,1
Бразилия	1,1	10,5	1878	1,8
Китай	0,9	4,2	827	2,3
Индия	0,5	2,0	355	1,1
Эфиопия	0,3	0,3	22	0,1

Министры по энергетике стран G7 подписали в Риме в 2014 г. совместное заявление об энергетической безопасности. Основная проблема состоит в сбалансированном использовании природных ресурсов. К сожалению, в мире не существует единого механизма достижения этой сбалансированности. Анализ имеющихся статистических данных показывает, что мировое потребление природного газа и угля выросло почти на 0,4%, потребление ядерной энергии возрастает ежегодно на 1,8%, выработка гидроэлектрической энергии в среднем растет на 2%. Особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии. В 2019 г. их потребление превысило 3,3% от глобальной энергии. Безусловно, эти показатели сильно варьируют по регионам земного шара.

К сожалению, совещание G20 в 2019 г. в Японии не принесло согласия между странами по вопросу глобального потепления. Проблема остается дискуссионной по многим причинам. Особенно оспаривается роль населения в изменении климата. Многие авторы убеждены в том, что эта роль проявляется через загрязнение атмосферы и уничтожение стоков CO₂ из атмосферы. В процентном отношении мнения разделены примерно так: 66,6% убеждены, что человек слабо влияет на изменение климата; 32,6% утверждают, что изменение климата происходит только по вине человека, около 47% утверждают, что изменения климата происходят при совместном влиянии природных и человеческих факторов.

Литература

1. Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С. (1998) Глобальная экодинамика и устойчивое развитие: естественнонаучные аспекты и «человеческое измерение» // *Экология*, 1998. № 3. С. 163-170.
2. Горшков В.Г., Есенин Б.К., Карибаева К.Н., Курочкина Л.Я., Лосев К.С., Макарова А.М., Шукуров Э.Д. (2004) Научные основы стратегических направлений природоохранной политики // *Экология и образование*. 2004, № 1. С. 2-9.
3. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф. (2005б) Ключевые проблемы глобальной экодинамики // *Исследование Земли из космоса*, 2005. № 4. С. 1-21.
4. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Лакаса Х., Савиных В.П. (2006) Глобализация и устойчивое развитие: экологические аспекты. СПб: Наука, 2006. 241 с.
5. Chen J., Burrow S., Mochizuki Y., Yong L. (2015) *Our planet: making our future chemical-safe*. Nairobi, Kenya: UNEP, 2015. 46 pp.
6. Held D., McGrew A. (2007a) *Globalization theory: Approaches and controversies*. Cambridge: Polity Press, 2007. 288 pp.
7. Held D., McGrew A. (2007b) *Globalization/anti-globalization: Beyond the great divide*. Cambridge: Polity Press, 2007. 304 pp.
8. Kavous A. (2010) Globalization and regionalization: Four paradigms views // *Journal of International Business Research*, 2010. V. 9. Nr. 1. P. 71-76.
9. Kerr R.A. (2005) How hot will the greenhouse world be? // *Science*, 2005. V. 309. P. 100.
10. Krapivin V.F., Mkrtychyan F.A. (2019) Nature-society system survivability indicators. *Journal Science and Technology Binh Duong University*, 2019, No.1 pp. 1-10.
11. Krapivin V.F. Varotsos C.A. (2007) *Globalization and sustainable development*. Chichester, U.K.: Springer/Praxis, 2007. 304 p.
12. Krapivin V.F. and Varotsos C.A. (2008) *Biogeochemical cycles in globalization and sustainable development*. Chichester, U.K.: Springer/Praxis, 2008. 562 p.
13. Lindowsky M., Krocova S. (2015) Water management in emergency situations // *Journal of Geological Resource and Engineering*, 2015. Nr. 3. P. 150-162.

14. Lomborg B. (2004) Global crisis, global solutions. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004. 670 pp.
15. Nitu C., Krapivin V.F., Potapov I.I. (2017) Global Climate and Sustainable Development Problems. Matrix Rom, Bucharest, Romania, 2017, 600 pp.
16. Reid W.V. (2005) Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis. Washington: Island Press, 2005. 155 pp.
17. Spooner B. (2015) Globalization: The crucial phase. Philadelphia, USA: University of Pensilvania Press, 2015. 392 pp.
18. UNEP (2004) UNEP Science Initiative. Environmental Change and Human Needs: Assessing Inter-linkages. An Input to the Fourth Global Environment Outlook (GEO-4). Concept Paper. Nairobi, Kenya: UNEP, 2004. 36 p.
19. WEO (2015) World Energy Outlook 2014. Paris: OECD/IEA, 2015. 12 pp.