

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА РОССИИ К «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ»

**В.М. Питулько**, гл. науч. сотр. ФГБНУ НИЦЭБ РАН, д-р геол.-мин. наук, [srces@ecosafety-spb.ru](mailto:srces@ecosafety-spb.ru)

**Р.Р. Илющенко**, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, [renaldi@extech.ru](mailto:renaldi@extech.ru)

*В статье приведен обзор ключевых проблем, которые придется решать России в рамках экологической повестки дня. Показаны источники проблем, факторы и тенденции, затрудняющие реализацию мер по созданию и внедрению ресурсосберегающих технологий. Указаны перспективные технологические направления, развитие которых обеспечит снижение антропогенной нагрузки на природные экосистемы. Подчеркнута важность решения проблемы прошлого экологического ущерба как необходимого условия перехода страны к устойчивому развитию и «зеленой экономике».*

**Ключевые слова:** экологический кризис, экологический вред, биосфера, ноосфера, ресурсы, экосистемы, отходы, индустрия отходов, прошлый экономический ущерб.

## RATIONAL NATURAL RESOURCES MANAGEMENT AND KEY ISSUES OF RUSSIA'S TRANSITION TO «GREEN ECONOMY»

**V.M. Pitulko**, Leading Researcher, FSBSI Saint-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety RAS (NICEB RAS), Ph.D. of Geology-Mineralogy, [srces@ecosafety-spb.ru](mailto:srces@ecosafety-spb.ru)

**R.R. Ilyushchenko**, Head of Department, FSBSI SRI FRCEC, [renaldi@extech.ru](mailto:renaldi@extech.ru)

*The article provides an overview of the key problems that Russia will have to address in the environmental agenda. The sources of problems, factors and trends that make it difficult to implement measures to create and implement resource-saving technologies, are shown. Promising technological directions are indicated, the development of which will ensure the reduction of anthropogenic load on natural ecosystems. The importance of addressing the problem of past environmental damage as a necessary condition for the country's transition to sustainable development and a «green economy» is underlined.*

**Key words:** ecological crisis, ecological harm, biosphere, noosphere, resources, ecosystems, waste, waste industry, past economic damage.

Стремительно развивающийся экологический кризис является одной из главных проблем современной цивилизации, а опасности, порождаемые этим развитием, постепенно становятся наиболее обсуждаемыми темами на всех уровнях действующей информационной системы общества.

Наша планета сформировалась в результате масштабных космических, геологических и геохимических процессов, на которые затем наложился процесс возникновения и развития биосферы, существующей за счет преобразования солнечной энергии. Борьба за эту энергию предопределила огромное видовое разнообразие живых существ.

Наиболее разрушительными для живой природы видами человеческой деятельности являются сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность и непосредственно сама урбанизация, которые невозможны без полного уничтожения первичных экосистем и их коренного видоизменения на очень больших территориях. Более глубокие вопросы касаются продовольственной безопасности, недостаточного финансирования природоохранной

деятельности, занижения стоимости ущерба окружающей среде и наблюдаемого быстрого роста заболеваний животного происхождения. Эти и другие проблемы являются одними из недостаточно освещаемых в обществе последствий неустойчивости глобальной системы [1, 2].

В ходе своей эволюции человек практически полностью утратил способность жить в естественной среде обитания. Поэтому для своего существования он создал гигантскую инфраструктуру искусственной среды обитания в виде урбанизированных и других поселений. Под строительство этих поселений из естественного оборота изымаются территории, на которых полностью уничтожается первичная биосистема и создается некое искусственное образование, вокруг которого формируется зона антропогенного изменения первоначальной природной среды. Переход из естественной в искусственную среду обитания позволил человеку иметь практически безграничное жизненное пространство по всей территории суши ценой уничтожения или угнетения части природных экосистем. Специалисты считают, что за последние 200 лет доля урбанизированной земли возросла более чем в пять раз и составила к 1990 г. 6,8 % от общей территории суши. Имеются прогнозы увеличения этой доли до 20 % к 2070 г. с концентрацией в городах 50 % населения [3, 4 и др.].

К сожалению, парадигма общества потребления в постсоветской России директивно внедрялась на всех уровнях государственного управления, причем в концептуальном плане она преподносилась как национальная идея воспитания людей. Так, широко известна точка зрения экс-министра науки и образования А.А. Фурсенко на российскую систему образования, согласно которой российскому обществу нужен не человек-творец, а квалифицированный потребитель. Данная идея имеет немало сторонников, особенно в среде экономистов-рыночников, ставящих во главу угла экономический рост. В терминах экологической науки потребитель («консумент») существует за счет производителей («продуцентов») и пользуется созданными ими биологически доступными формами органических веществ. Отходы утилизируются видами-редуцентами. Нетрудно понять, что, если в обществе станут преобладать потребители, они выскребут до дна кладовые биосферы и впоследствии сами погибнут от голода, холода и болезней. Человечество (при его нынешней численности) не может жить по законам биологического вида. Именно превращение человека в творца и дает ему шанс спасти биосферу и самого себя от гибели, развивая инновационные подходы во всех сферах жизни.

За прошедшие полвека экологическая парадигма стала составной частью развития всех секторов экономики развитых стран. Все больше государств заявляют и проводят комплексную переориентацию своих национальных стратегий в сторону «зеленого» низкоуглеродного экономического роста. Основной идеей крупнейшей в мире Ганноверской промышленной ярмарки в 2013 году стала «Интегрированная индустрия» или в более коротком варианте «Индустрия 4.0». При этом речь фактически идет о новой индустриальной революции, поднимающей на принципиально новый уровень достижения предыдущих трех революций, связанных с паровым двигателем, массовым производством и автоматизацией. В рамках новой концепции, началом широкого внедрения которой принято считать 2015 год, предполагается интеграция таких явлений как «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT), новых технологий межмашинного взаимодействия (Machine to Machine, M2M) и так называемых киберфизических систем.

В целом концепцию «Индустрии 4.0» можно считать проявлением более общей тенденции, связанной с ускоренной интеллектуализацией всей техносферы, что можно считать началом глобальной технической реализации исходной ноосферной идеи В.И. Вернадского. Учитывая, что суть этого процесса может быть сведена к насыщению окружающей среды разного рода «умными системами», в целом можно говорить о формировании «разумной инфраструктуры» глобального масштаба или нооинфраструктуры. В повседневной жизни мы все чаще сталкиваемся с привычными понятиями, к которым добавлено определение «умный» (smart): умный дом, умная скважина, умное месторождение, умная энергетическая система и т.д. Широкое распространение «умных объектов», во-первых, сократит

общее энерго- и ресурсопотребление, во-вторых, повысит комфортность обитания человека в созданной им искусственной среде, высвобождая ему время для творческой деятельности.

Одним из направлений инновационной политики в России стало формирование т. н. «технологических платформ» – объектов инновационной инфраструктуры, позволяющих обеспечить эффективную коммуникацию и создание перспективных коммерческих технологий, высокотехнологичной, инновационной и конкурентоспособной продукции на основе участия всех заинтересованных сторон (бизнеса, науки, государства, общественных организаций). В рамках данного направления реализуется масштабный проект по выявлению центров превосходства и созданию на их базе центров научно-технологического прогнозирования<sup>1</sup>. В соответствии с решением Евразийского межправительственного совета от 13 апреля 2016 года «Об утверждении положения о формировании и функционировании евразийских технологических платформ» к проекту присоединились также страны-участники Евразийского экономического союза [5].

Поиск решений ключевых экологических проблем России осуществляется на площадках платформы «Технологии экологического развития», участниками которой уже реализован ряд проектов в области природосберегающих технологий. В числе успешно реализованных проектов можно отметить следующие:

- разработка систем двухступенчатого турбонаддува двигателей, обеспечивающего переход грузовых автомобилей на высокие экологические стандарты моторного топлива и масел;
- утилизация лежалых отходов, полученных при магнитном обогащении руд на обогатительно-агломерационной фабрике;
- разработка методики оценки рисков природных катастроф в береговой зоне;
- веб-технологии обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли в интересах изучения системы «океан – атмосфера».

В ходе реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» технологической платформой официально поддержаны следующие проекты, победившие в конкурсном отборе на выполнение прикладных научных исследований в рамках деятельности технологических платформ по приоритетному направлению «Рациональное природопользование» (мероприятия 1.3 Программы):

- Построение концепции экспертной системы, основанной на наблюдательном модуле и блоке моделирования климата для прогнозирования изменений климата Арктики и судосходности Северного Морского Пути;
- Разработка технологии комплексного экологического контроля акваторий морских и речных портов;
- Разработка и создание автоматизированной измерительно-вычислительной системы для реализации технологий мезомасштабного мониторинга и прогнозирования состояния атмосферного пограничного слоя;
- Создание программно-вычислительного комплекса для компьютерного моделирования структурных, сорбционных и электронных свойств фуллеренов и углеродных нанотрубок и процессов адсорбции;
- Разработка методов и создание экспериментального образца системы мониторинга шельфовой зоны морей Российской Федерации, в том числе в районе Крымского полуострова на основе спутниковых и контактных данных;
- Разработка инновационных методов и технологий мониторинга экстремальных природных явлений в виде аномалий магнитного поля, значительных сейсмических событий и

<sup>1</sup> Одним из подобных центров выступает географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в рамках технологической платформы «Технологии экологического развития» [7].

наводнений на реках России с использованием наземных и спутниковых данных, включая создание экспериментального образца аппаратно-программного комплекса;

- Создание пилотного комплекса многочастотной радиолокации для мониторинга океана и внутренних водоемов;

- Разработка новых инструментальных средств дистанционного зондирования температуры нижней и средней атмосферы с поверхности Земли;

- Микрофлюидные системы для эколого-аналитического контроля атмосферного воздуха и промышленных выбросов;

- Разработка новых технологий мониторинга и управления сейсмическими рисками природного и техногенного характеров при промышленном освоении шельфовых нефтегазовых месторождений;

- Разработка способа и установки переработки отходов обогащения углей с целью экологической реабилитации территорий, подверженных негативному воздействию в результате деятельности углеобогадательной промышленности.

Как можно видеть, основная часть проектов касается вопросов мониторинга и контроля состояния окружающей природной среды, а собственно технологии улучшения ее экологического состояния занимают в этом списке весьма скромное место [6].

На основе результатов исследований НИЦЭБ РАН по характеристике рациональности природопользования в Северо-Западном федеральном округе, выполненных за последние годы, были созданы предметные базы данных о структуре и содержании объектов накопленного экологического вреда [3]. Эти данные с привлечением информационных ресурсов экспертного сообщества в рассматриваемой тематической области позволили ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ провести в 2015–2016 гг. специализированные исследования [8, 9, 10] и выделить ряд научно-технологических направлений в развитии «зеленых технологий», которые, по мнению экспертов, безальтернативно будут прогрессировать в ближайшие два десятилетия и в более отдаленной перспективе:

- использование в качестве источников энергии геотермальных и термоядерных станций, а также рентабельных устройств по извлечению всех видов энергии, альтернативных сжиганию углеродного топлива;

- использование в качестве источников минерального сырья, накопленных в XX веке отходов горнодобывающей промышленности и т.н. «жидкой руды» (насыщенной полезными элементами воды, получаемой с помощью циркуляционных систем извлекаемых скважин в пределах очаговых металлоносных структур;

- создание АЭС, работающих на конверсионном плутонии;

- прогнозирование прироста запасов минерального и углеводородного сырья методами интенсивной технологии для детерминированного обнаружения полезных ископаемых в заданной номенклатуре и требуемом количестве, а также оценки их качества;

- создание на Луне энергосырьевого комплекса (кислород, гелий-3, различные металлы) на основе местных базальтов, анортозитов и покрывающего их реголита;

- создание мощных космических ядерно-энергетических установок (на гелии) и на их основе транспортных систем для ближнего и дальнего космоса;

- удаление жидких отходов в очаговые металлоносные структуры с помощью возвратных скважин циркуляционных систем (соединение существующей практики размещения жидких отходов путем изоляции их в экранируемых коллекторах с проникновением в верхние горизонты «рудосферы» на глубины в 3–4 км);

- удаление высокотоксичных промышленных отходов и радиоактивных отходов на Солнце с помощью баллистических газодинамических установок;

- развитие турбореактивных двигателей, в том числе для автомобилестроения, использующих в качестве регенерируемого горючего водород, бор, углерод, литий, алюминий и магний. Такое горючее компактно, легко хранится, может использовать не только свобод-

ный, но и связанный кислород, не дает токсичного выхлопа, а продукты его сгорания — оксиды, — можно регенерировать вновь в исходное вещество. Источником сырья для такого горючего могут служить гранитоиды и продукты их дезинтеграции, например, кварц-полевошпатовые пески;

— развитие программ «Крылатого космоса» — неформальное название аэрокосмических программ, осуществляющихся в России, США, Китае, Японии и Бразилии;

— создание опорной сети обсерваторий экологической безопасности в Арктике в комплексе с территориальными аналогичными обсерваториями, опирающимися на стационары институтов РАН, ведущих профильные работы в полярных широтах, учебные базы вузов и особо охраняемые природные территории (в первую очередь — биосферные заповедники, заказники и природные парки).

Одной из ключевых проблем экологической повестки является утилизация отходов человеческой деятельности. Отходы невозможно снова превратить в сырье иначе, как путем расхода энергии, которая неизбежно перейдет в отходящее тепло, непригодное для вторичного использования. Возможности регенерации вещества ограничены вторым законом термодинамики. Именно поэтому, количественное и качественное развитие цивилизации всегда будет требовать того или иного уровня добычи вещества и энергии из недр Земли. Количество этого сырья (абсолютное и относительное) будет зависеть от принципов построения цивилизации. В нашем технократическом обществе, когда возможности создания замкнутых циклов обращения добытого из литосферы вещества путем регенерации отходов до недавнего времени вообще не рассматривались, а в последний период развития больше обсуждаются, чем реализуются, увеличение объемов потребления из-за роста народонаселения обеспечивается по схеме экстенсивного развития с опережающим ростом объемов добычи минеральных ресурсов. Так, по данным ЮНЕСКО население планеты в XX веке увеличивалось примерно на 2% в год, удваиваясь каждые 35 лет, мировое потребление товаров — на 4% в год с удвоением каждые 17–18 лет, а добыча полезных ископаемых в расчете на каждого жителя Земли — на 9,98% в год с удвоением каждые 9–10 лет.

В настоящее время в Российской Федерации, как и во всем мире отсутствует *индустрия отходов* [3, 4 и др.]. Для создания такой индустрии имеются все необходимые научные, технологические и организационно-технические предпосылки. Однако, принимая отходы в качестве ресурсной базы, необходимо установить требования к ним со стороны существующих сегодня извлекаемых технологий. Развитие индустриального общества состояло в обеспечении промышленности кондиционным сырьем, для чего все минерально-сырьевые комплексы начинали «технологический передел» добытых ресурсов с помощью обогащительных производств. В постиндустриальной цивилизации ресурсом становятся отходы, в отношении которых вопросы обогащения (облагораживания) пытаются решить с помощью раздельного сбора. Однако, по мнению многих экспертов раздельный сбор никогда не избавится от ручной сортировки и не обеспечит гомогенности накапливаемого материала, а, следовательно, не справится с темпами и объемами переработки отходов. Магистральным направлением индустрии отходов является привлечение всего имеющегося арсенала методов механизированной сортировки отходов и обеспечение обогащения утилизационных фракций до рентабельного уровня извлечения сырья. Первоначальным этапом должно стать придание гомогенности и подвижности сортируемым отходам, по сути — превращение их в сыпучую или пластичную массу, своеобразную «пульпу», из которой известными методами обогащения будет осуществляться «технологический передел отходов», доводящий вторичное сырье до состояния, соответствующего требованиям по составу и концентрации извлекаемого компонента.

Видимо, не потребует особых доказательств положение о том, что различные биологические сообщества по-разному реагируют на одно и то же воздействие. Следовательно, для каждого типа экосистем должен существовать свой предел величины каждого воздействия,

за которым начинаются необратимые изменения в экосистеме. Поиск этих пределов, включая методики их определения, применительно к разным отраслям промышленности и разным типам экосистем, является сегодня фундаментальной проблемой экологии вообще и промышленной экологии в частности, решаемой на стыке биологии и технологии. В научно-методическом плане это означает, что допустимый уровень техногенного возмущения абиоты конкретной экосистемы должен определяться из условий сохранения ее биоты. То есть каждому типу экосистем должна соответствовать своя шкала ограничений действия по каждому техногенному фактору. Отсюда следует важнейшее для природоохранной промышленной экологии концептуальное положение о том, что критерии, ограничивающие уровень воздействия антропогенных факторов, должны формироваться только на основе оценки биологических последствий этого воздействия, независимо от интересов человека и возможностей применяемых им технологий.

Новые технологии уже привели к появлению новых, перспективных для России рынков: рынка высокооктанового топлива (благодаря переходу на евростандарты топлива и моторных масел), рынка альтернативных источников энергии, рынка технологий повышения энергоэффективности, рынка «парниковых газов», рынка «умных» домов и соответствующих технологий, рынка органического земледелия и многих других. В результате внедрения в лидирующих странах жестких экологических норм, наиболее экологически опасные производства переносятся в развивающиеся страны, а также значительно повышается энергоэффективность существующих производств за счет применения энергосберегающих технологий.

Глобальный рынок «зеленых» технологий в 2007 г. оценивался в 2 трлн долларов США (3,5% от мирового ВВП, который составлял около 60 трлн долл. США), а к 2020 г. по данным авторитетной международной компании Roland Berger должен достигнуть 4,5 трлн долларов США [11]. От 25% до 40% по разным сегментам данного рынка сосредоточено в США, в России – менее 1%. Рынок рационального природопользования меньше рынка «зеленых» технологий, так как не включает крупные сегменты: рынки технологий энергоэффективности и альтернативных источников энергии.

Одной из проблем, которая с недавних времен привлекла внимание Правительства России – прошлый экологический ущерб (по терминологии ФЗ-254 [12] – накопленный экологический вред), ликвидация которого должна стать одним из самых важных направлений государственной политики в области экологии. Названный Федеральный закон дополняется новой главой XIV «Ликвидация накопленного вреда окружающей среде», в которой регулируются вопросы, связанные с выявлением, оценкой и учетом объектов накопленного вреда окружающей среде и организацией работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде.

С 1 января 2017 г. эти поправки к Федеральному закону «Об охране окружающей среды» вступили в силу. В соответствии с ними правительство страны в определенных случаях берет на себя организацию таких работ. Первым шагом на этом пути должно стать включение объекта в ГРОНВОС<sup>2</sup>.

Хотя подзаконные акты о механизмах и критериях еще не приняты, но в самом тексте закона есть примечательные пункты. Так, чтобы быть включенным в ГРОНВОС, регион должен не только обозначить площадь нарушенных земель и объемы отходов, но и сообщить количество населения, которое испытывает негативное воздействие объекта или находится под угрозой такого воздействия. При этом любой объект хозяйственной деятельности создается и эксплуатируется на основе проекта, прошедшего экспертизу, и подвергается экологическому контролю нормативной допустимости уровня воздействия и приемлемости рисков для местного населения.

Экологическая реабилитация нарушенных земель и ликвидация конкретных объектов прошлого экологического ущерба (ПЭУ), проводимая сегодня в рамках федеральных и ре-

<sup>2</sup> Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде.

гиональных целевых программ, идет медленно и трудно и затрагивает лишь общепризнанные территории экологического неблагополучия. Но еще обширнее распространение локальных объектов ПЭУ, и для их ликвидации российскими экологами разработаны апробированные методологические подходы и набор эффективных технологических решений. ПЭУ до сих пор не стал одним из главных факторов, определяющих процесс принятия хозяйственных решений. В тех случаях, когда финансовые ресурсы выделяются на природоохранные мероприятия, они используются не для ликвидации ПЭУ, а главным образом для улучшения текущих экологических показателей.

Российская Федерация отстает от стран, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития, и стран Евросоюза в решении проблемы оценки и ликвидации накопленного экологического ущерба минимум на 15–20 лет, поэтому представляется необходимой разработка и реализация комплекса мер по ликвидации ПЭУ, основанного на международном опыте и всестороннем изучении масштабов этой проблемы в Российской Федерации.

Настоящая статья носит обзорный характер и предваряет серию публикаций, посвященных экологическим проблемам современной России. Результаты детального анализа этих проблем, так же, как и научно обоснованные предложения по путям их решения, будут освещены в последующих статьях.

*Работа выполнена в ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания по проекту 2.4260.2017/НМ.*

### **Список литературы**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» // Сайт Минприроды России. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015>.

2. Мертвая планета, живая планета: восстановление биоразнообразия и экосистем в целях устойчивого развития: доклад ЮНЕП. 2010. Available at: <http://www.grida.no/publications/rr/dead-planet>.

3. Питулько В.М., Кулибаба В.В. «Реновация природных экосистем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба». М.: ИНФРА-М, 2017. 540 с.

4. Егоров В.А. Математические модели глобального развития [Текст]. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 192 с. / Егоров В.А., Каллистов Ю.Н., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А.

5. Решение Евразийского межправительственного совета от 13 апреля 2016 г. № 2 «Об утверждении положения о формировании и функционировании евразийских технологических платформ». Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71276840>.

6. Техногенные системы и экологический риск [Текст]. М.: Изд. Дом «Академия», 2013. 380 с. / В.М. Питулько, В.В. Кулибаба, В.В. Растоскуев.

7. Сайт технологической платформы «Технологии экологического развития». Available at: <http://tp-eco.ru>.

8. Отчет о НИР «Подготовка аналитических материалов по управлению, финансированию и перспективам развития сферы науки и технологий за рубежом с привлечением экспертного сообщества научно-технической сферы» шифр 03–2015 (проект № 3246), ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2015.

9. Информационно-аналитические материалы по приоритетным направлениям научных исследований и разработок в интересах решения социально-экономических задач // ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2015. Available at: [https://reestr.extech.ru/docs/analytic/anr\\_se\\_2015.pdf](https://reestr.extech.ru/docs/analytic/anr_se_2015.pdf).

10. Предложения по приоритетным направлениям развития сферы исследований и разработок в тематической области «Рациональное природопользование» // ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2015. Available at: [https://reestr.extech.ru/docs/analytic/pnr/pnr\\_6.pdf](https://reestr.extech.ru/docs/analytic/pnr/pnr_6.pdf).

11. Атлас «зеленых» технологий / Greentech-Atlas 4.0. Available at: [https://www.rolandberger.com/zh/Publications/pub\\_greentech\\_atlas\\_4\\_0.html](https://www.rolandberger.com/zh/Publications/pub_greentech_atlas_4_0.html).

12. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 254-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

## References

1. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2015 godu»*. *Cayt Minprirody Rossii* [State report «On the status and conservation of the Russian Federation environment in 2015». Website of Ministry for Natural Resources of Russia]. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015>.

2. *Mertvaya planeta, zhivaya planeta: vosstanovlenie bioraznoobraziya i ekosistem v tselyakh ustoychivogo razvitiya: doklad YuNEP. 2010* [Dead planet, living planet: Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development. UNEP report. 2010]. Available at: <http://www.grida.no/publications/rr/dead-planet>.

3. Pitulko V.M., Kulibaba V.V. (2016) *Renovatsiya prirodnykh ekosistem i likvidatsiya ob'ektov proshlogo ekologicheskogo ushcherba* [The environmental rehabilitation of territories and elimination of Brownfields Objects (Sites of Environmental Damage)] *INFRA-M* [Publishing house INFRA-M]. Moscow, 500 p.

4. Egorov V.A. *Matematicheskie modeli global'nogo razvitiya*. Red. Egorov V.A., Kallistov Yu.N., Mitrofanov V.B., Piontkovsky A.A. [Mathematical models of global development. Ed. Egorov V.A., Kallistov Yu.N., Mitrofanov V.B., Piontkovskiy A.A.] *Gidrometeoizdat* [Gidrometeoizdat]. 1980. 192 p.

5. *Reshenie Evraziyskogo mezhpripravitel'stvennogo soveta ot 13 aprelya 2016 g. No. 2 «Ob utverzhdenii polozheniya o formirovaniy i funktsionirovaniy evraziyskikh tekhnologicheskikh platform»* [Decision of the Eurasian Intergovernmental Council of April 13, 2016 No. 2 «On Approval of the Regulation on the Formation and Functioning of Eurasian Technological Platforms»]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71276840>.

6. Pitulko V.M., Kulibaba V.V., Rastoskuev V.V. (2013) *Tekhnogennye sistemy i ekologicheskyy risk* [Technogenic systems and environmental risk] *Izd. Dom «Akademiya»* [Publishing House «Academy»]. Moscow. 380 p.

7. *Sayt tekhnologicheskoy platformy «Tekhnologii ekologicheskogo razvitiya»* [The website of the technological platform «Technologies of ecological development»]. Available at: <http://tp-eco.ru>.

8. *Otchet o NIR «Podgotovka analiticheskikh materialov po upravleniyu, finansirovaniyu i perspektivam razvitiya sfery nauki i tekhnologii za rubezhom s privlecheniem ekspertnogo soobshchestva nauchno-tekhnicheskoy sfery» shifr 03–2015 (proekt No. 3246)* [Report on «Preparation of analytical materials on management, financing and prospects for the development of science and technology abroad with the involvement of the expert community of the scientific and technical sphere», code 03–2015 (project No. 3246)] *FGBNU NII RINKTsE* [Research Institute RINKCE], 2015.

9. *Informatsionno-analiticheskie materialy po prioritetyam napravleniyam nauchnykh issledovaniy i razrabotok v interesakh resheniya sotsial'no-ekonomicheskikh zadach* [Information and analytical materials on priority areas of research and development in the interests of solving social and economic problems] *FGBNU NII RINKTsE* [Research Institute RINKCE], 2015. Available at: [https://reestr.extech.ru/docs/analytic/anr\\_se\\_2015.pdf](https://reestr.extech.ru/docs/analytic/anr_se_2015.pdf).

10. *Predlozheniya po prioritetyam napravleniyam razvitiya sfery issledovaniy i razrabotok v tematicheskoy oblasti «Ratsional'noe prirodopol'zovanie»* [Proposals on priority areas for the development of research and development in the thematic area «Rational Nature Management»] *FGBNU NII RINKTsE* [Research Institut RINKCE], 2015. Available at: [https://reestr.extech.ru/docs/analytic/pnr/pnr\\_6.pdf](https://reestr.extech.ru/docs/analytic/pnr/pnr_6.pdf).

11. *Atlas «zelenykh» tekhnologiy* [Greentech-Atlas 4.0.]. Available at: [https://www.rolandberger.com/zh/Publications/pub\\_greentech\\_atlas\\_4\\_0.html](https://www.rolandberger.com/zh/Publications/pub_greentech_atlas_4_0.html).

12. *Federal'nyy zakon ot 3 iyulya 2016 g. No. 254-FZ «O vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii»* [Federal Law of July 3, 2016 No. 254-FZ «On Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation»].