

УДК: 504

DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-4-8-14

Научная статья

ОСОЗНАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ЭКОКАТАРСИСА ЗЕМЛИ И ПУТЕЙ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

В.С. ПЕТРОСЯНМОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Подробно проанализирована ситуация с последствиями экологических стрессов (химических, физических, биологических) нашей планеты и сделан вывод о необходимости экокатарсиса Земли. При этом названы факторы, обуславливающие такую необходимость и обозначены конкретные пути реализации экокатарсиса.

Ключевые слова: *экокатарсис Земли, химические, физические и биологические стрессы, факторы, обуславливающие необходимость экокатарсиса, пути реализации экокатарсиса*

Прежде всего, поясним новый, введённый автором в лекции в Открытом Экологическом Университете МГУ 2-го марта 2022 года термин «экокатарсис». Объяснить смысл этого термина легко на примере термина «экология», предложенного Э. Геккелем в 1866 году. Термин «экология» образован из двух греческих слов: «ойкос» – среда обитания, и «логос» – наука, т.е. «экология» – «наука о взаимодействии живых организмов со средой обитания». Термин «экокатарсис» тоже включает в себя два греческих слова: «ойкос» – среда обитания и «катарсис» – очищение, т.е. «экокатарсис» – очищение среды обитания.

Следует также подчеркнуть, что после первых представлений автором этой концепции [2] люди, которые раньше специально не изучали проблемы загрязнения окружающей среды, сразу задавали вопросы: «А может быть со средой обитания пока всё в порядке и она не нуждается в очищении?», «Вы уверены, что необходимо предпринимать какие-то специальные меры?» и другие подобные вопросы. Но специалисты, как российские, так и зарубежные, единогласно отмечают, что постановка проблемы абсолютно своевременна

Original article

CONFESSING OF EARTH ECOCATHARSIS ESSENTIALITY AND WAYS OF ITS REALIZATION

V.S. PETROSYANMOSCOW STATE
UNIVERSITY. M.V. LOMONOSOV

The situation with the consequences of environmental stresses (chemical, physical, biological) of our planet analyzed in details and the conclusion made on the necessity of Earth ecocatharsis. The reasons, responsible for this necessity, have been named and the particular ways of ecocatharsis were defined.

KEYWORDS: *ecocatharsis of Earth, chemical, physical, biological stresses, reasons, responsible for ecocatharsis, ways of ecocatharsis realization*

и даже более чем актуальна, а предложенный термин адекватно отображает цель формулируемой задачи.

Рассмотрим, прежде всего, очень кратко, как повлияли на среду обитания живых организмов геологическая и биологическая эволюция Земли. В соответствии с классическими исследованиями, главным образом, академика В.И. Вернадского [5], геологическая эволюция, происходившая в течение примерно четырёх с половиной миллиардов лет, привела к такому химическому составу геосферы нашей планеты, что примерно ещё через миллиард лет в водной экосистеме Земли зародились первые живые организмы (рис. 1) [7, 8].

Биологическая эволюция этих организмов ещё в течение примерно трёх миллиардов лет привела к образованию сперва растений и животных, а примерно 80–90 млн лет назад появились первые люди, в результате дальнейшей эволюции которых около 40 тыс. лет назад появился Человек Разумный (*Homo Sapiens*) [10].

Этот человек уже стал хозяйствовать на планете Земля таким образом, чтобы люди имели среду обитания, которая будет обеспечивать их жилищами, продуктами питания и питьевой водой (*Homo Vitruvianus*) [9]. В разных регионах Земли люди образовывали народности, которые позволяли им решать вопросы, связанные с преодолением препятствий,

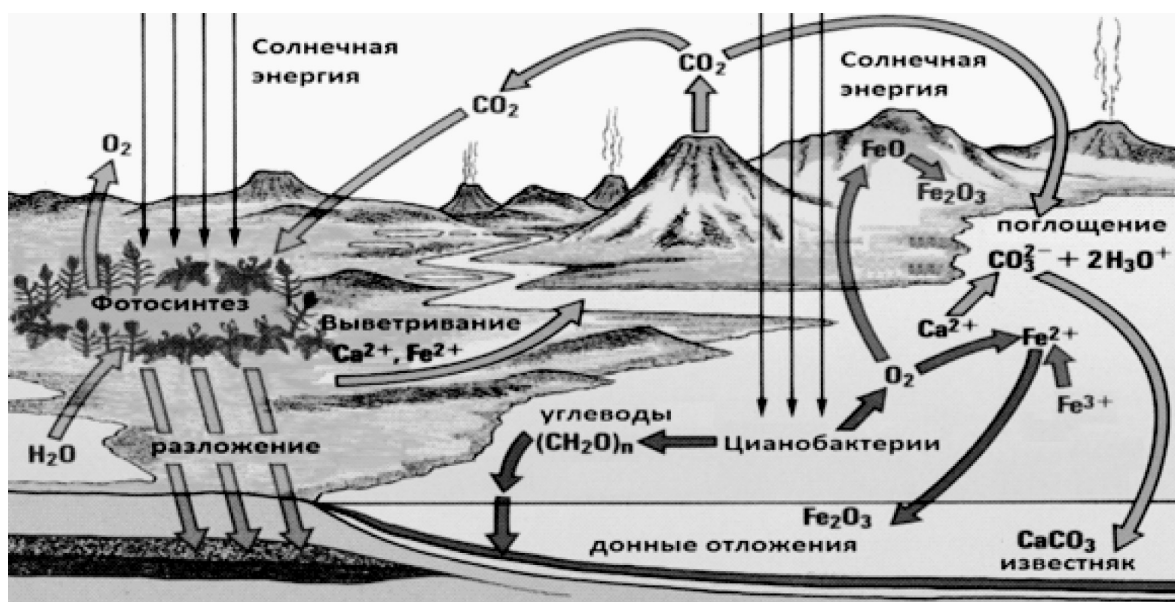


Рис. 1. Геологическая эволюция и зарождение жизни на Земле

возникавших в их нормальной жизни. При решении этих вопросов они, как правило, думали только о реализации прямых задач, не задумываясь о возможных негативных эффектах использованных ими путей реализации. При этом, безусловно, у людей накапливались данные, которые анализировали крупнейшие представители науки и культуры, как например, великий итальянский художник и инженер Леонардо да Винчи, который не только изобразил Витрувианского человека, но и провёл геометрический анализ его тела. Более поздние исследования этих и новых данных, казалось бы, позволяли людям в дальнейшем не повторять ошибок, вызывавших у них те или иные негативные последствия, включая болезни (рис. 2).

Первые осознания таких ошибок возникали, безусловно, у людей умных и образованных, таких, как немецкий металлург Георг Агрикола, который уже в середине 15-го века, при производстве железа из железных руд осознал, что рабочие стали заболеть хроническим бронхитом, бронхиальной астмой и ишемической болезнью сердца. Для предотвращения этих заболеваний Агрикола предложил вместо одноэтажных строить двухэтажные плавильни, в которых на первом этаже находились плавильные печи, трубы которых вели токсичные газы через специальные отверстия в потолке между первым и вторым этажами, а на втором этаже находились чаны с водой, поглощавшей оксиды серы и азота с образованием серной и азотной кислот (рис. 3).

Однако про Агриколу быстро забыли и в последующие пять веков развития человечества представители бизнеса, пользуясь недостаточным вниманием со стороны федеральных и региональных властей (как ад-

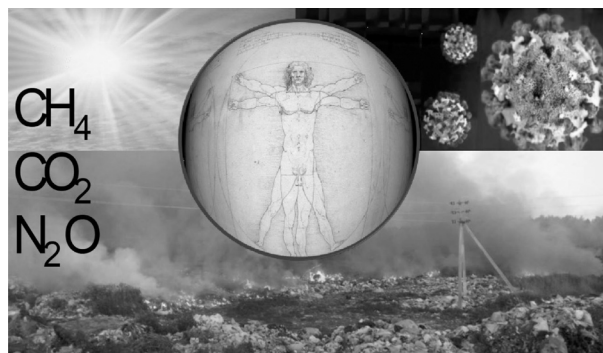


Рис. 2. Витрувианский человек Леонардо да Винчи



Рис. 3. Экологически дружелюбные плавильни металлов по Агриколе

министративных, так и законодательных) к решению проблем экологической безопасности, направляли свои усилия преимущественно на развитие капиталоемких отраслей экономики и военно-промышленного комплекса, что не позволяло инвестировать адекватные капиталовложения в рациональное использование природных ресурсов и обеспечение экологической безопасности населения и среды обитания.

Среди различных, уже многократно обсуждавшихся источников химического загрязнения среды обитания живых организмов (промышленность, транспорт, энергетика, сельское и коммунальное хозяйство) особо следует выделить быстро развившуюся в последние десятилетия проблему с управлением твердыми коммунальными отходами (ТКО). Сумбурная организация свалок ТКО во всех странах и на всех континентах (рис. 4) в связи с катастрофическим ростом количества ТКО, генерируемых населением Земли, создала проблему масштабов, невиданных до конца 20-го столетия с точки зрения негативного воздействия на человека и окружающую среду, что в настоящее время уже не вызывает сомнений не только у экспертов, но и у широких слоев населения. Автор данной статьи назвал свалки ТКО «химическими бомбами замедленного действия» уже около тридцати лет назад, что объясняется образованием свалочных газов и фильтратов в течение многих лет. Интенсивность их выбросов в атмосферу и проникновения в почву и водоносные горизонты напрямую зависят от климатических условий, количества осадков, среднегодовой температуры, направления ветра и т.д.

Основными компонентами громадных количеств выбросов негорящих свалок (рис. 4) являются газы, способные оказывать прямой негативный эффект на здоровье людей: сероводород, меркаптаны, сульфиды, аммиак, фосфин и арсин, образующиеся в теле свалок в результате химических, биохимических и микробиологических процессов. В результате активного функционирования метансинтезирующих бактерий образуются значительные количества парникового газа метана, глобальный парниковый коэффициент



РИС. 4.

Негорящая свалка твердых коммунальных отходов

которого в 84 раза больше, чем у диоксида углерода [11, 14], т.е. свалки ТКО очень сильно влияют на глобальное изменение климата [9].

Картина принципиально меняется, когда свалка начинает гореть и дымить (рис. 2). В этом случае химический состав газообразных выбросов и фильтратов совершенно другой – вместо сероводорода, меркаптанов и сульфидов образуется диоксид серы, вместо аммиака – оксиды азота и вместо метана – моно- и диоксид углерода, формальдегид, моно- и полиядерные ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны [6].

Таким образом, горящие свалки являются мощными источниками выбросов супертоксичных веществ, обуславливающих массовые заболевания людей, как работающих на свалках, так и живущих на расстояниях в пределах нескольких километров от них. Образуется при этом и важнейший парниковый газ – диоксид углерода, который вызывает существенное повышение средней температуры атмосферы Земли (почти на $1,5^{\circ}\text{C}$), тем самым, на наш взгляд, обуславливая интенсивное таяние считавшихся вечными льдов в Антарктиде, Арктике, Гренландии, а также на Шпицбергене и на вершинах гор.

Следует отметить, что предложенная нами в 2020 году [4, 5] новая система управления ТКО в Российской Федерации базируется на анализе жизненных циклов первичных и вторичных ресурсов, а также предметов и отходов потребления в рамках требований современной циклической (циркулярной) экономики и включает в себя: 1) отдельный сбор населением ТКО – «сухих» (стекло, металл, бумага, картон, полимеры) в голубые контейнеры и «влажных» (пищевые и растительные отходы) в серые контейнеры; 2) отдельную логистику этих ТКО региональными операторами на комплексы профессиональной дораспределения и подготовки их к переработке (КПО); 3) вывоз подготовленных к переработке ТКО заинтересованными потребителями и переработку дораспределенных ТКО во вторичные материальные ресурсы (ВМР), а также термическое обезвреживание неразделяемых полимерных, пищевых и растительных ТКО с получением энергии (тепловой или электрической).

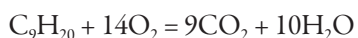
Проведенное нами сравнительное исследование технологий захоронения и термического обезвреживания ТКО в свете проблемы обеспечения экологической безопасности населения и окружающей среды позволило показать [6], что современные методы термического обезвреживания ТКО с получением энергии куда более экологически приемлемы и безопасны, чем свалки и некоторые другие виды деятельности человека.

Одновременно мы провели сравнительное исследование технологий захоронения и термического обезвреживания ТКО с получением энергии в свете проблемы их возможного влияния на глобальное из-

менение климата, которое позволило прийти к выводу, что свалки ТКО влияют на глобальное изменение климата существенно сильнее, чем заводы термического обезвреживания ТКО.

Необходимо также указать на ещё одну чрезвычайно важную экологическую проблему современных мегаполисов – гипоксию (кислородное голодание) [7], обусловленную непрерывно растущим в этих мегаполисах числом автомобилей, что приводит к строительству новых дорог, неизбежно сопровождающемуся вырубкой всё новых и новых зелёных насаждений на улицах, скверах и бульварах мегаполисов.

Мы уже пять лет назад привели в нашей монографии [8] простое химическое уравнение, однозначно показывающее, что одна средняя молекула бензина при сгорании в автомобильном двигателе разрушает четырнадцать (!) молекул кислорода в городской атмосфере



образуя при этом девять молекул парникового диоксида углерода и 10 молекул парникового водяного пара.

Ещё хуже обстоят дела с дизельным топливом, одна средняя молекула которого при сгорании в автомобильном двигателе разрушает восемнадцать (!!)



молекул кислорода в городской атмосфере образуя при этом десять молекул парникового диоксида углерода, десять молекул супертоксиканта монооксида углерода и шесть молекул парникового водяного пара. Молекулы CO, попадая в организмы жителей мегаполиса, прочно связывают катионы Fe²⁺ в молекулах гемоглобина крови, препятствуя переносу молекул кислорода к жизненно важным органам человека.

Следовательно, руководителям стран и мэрам мегаполисов следует задуматься о пределах роста городов и численности людей и автомобилей в этих городах, вместо которых гораздо важнее увеличивать число зелёных насаждений, чтобы обеспечить уже имеющимся жителям мегаполисов атмосферу с необходимым

количеством кислорода, в частности, для того, чтобы успешно противостоять вирусным эпидемиям и пандемиям.

Пандемия коронавируса SARS-Covi-2 характеризовала собой небывало большое число установленных инфицированных людей на Земле – с декабря 2019 года по март 2022 года – 429 688 379 человек (табл. 1). К счастью, смертность (в %) оказалась невысокой (1,4%). Однако, число умерших вызывает печальные эмоции (5 917 157 !!!).

Результатом неразумного отношения к указанным экологическим проблемам явилась высокого уровня деградация основных экосистем планеты Земля (атмосферы, природных вод и почв). Соответственно, люди, животные и растения под воздействием этих ярко выраженных экологических стрессов, к которым относились загрязнение атмосферы различными высокотоксичными веществами и парниковыми газами, загрязнение водных экосистем неорганическими, органическими и металлоорганическими токсикантами, а также радиоактивными веществами и деградация почв (физическая, химическая и биологическая), стали заболеть всё новыми и новыми болезнями, прежде всего, онкологическими, сердечно-сосудистыми, а также приводящими к разрушению гормональных систем. Если к этому добавить ещё и возникающие регулярно в последнее время бактериальные и вирусные эпидемии и пандемии, уносящие миллионы жизней на всех континентах нашей планеты, то можно характеризовать экологическую ситуацию на Земле как близкую к катастрофической.

Впервые в обобщённом виде эта проблема была сформулирована в докладе Римскому клубу в 1972 г. под названием «Пределы роста» [12] группой молодых специалистов во главе с Денисом Медоузом из Массачусетского технологического института, работавших в области системной динамики, построивших модель мирового развития в предположении, что мир будет развиваться теми же темпами и по тем же критериям, что и раньше. Доклад после публикации моментально стал бестселлером и сыграл выдающуюся роль в изменении мировоззрения миллионов людей на нашей планете.

ТАБЛИЦА 1.

Смертность от коронавируса и других патогенных инфекций

Заболевание	H5N1 Птичий грипп	SARS Атипичная пневмония	H1N1 Свиной грипп	H7N9 Новый птичий грипп	MERS Коронавирус	nCov-2019 Новый коронавирус
Смертность %	52,8	9,6	17,4	34,4	39,3	3,4
Год, когда был зафиксирован первый случай заболевания	1997	2002	2009	2012	2013	2022
Число заразившихся	861	8 096	1 632 258	2 494	1 568	429 688 379
Число умерших	455	774	284 500	858	616	5 917 157

Однако, ошибочно было бы думать, что этот выдающийся по своему значению труд привёл к коренным изменениям большей части государственных чиновников и представителей бизнеса в их конкретной деятельности по приведению в необходимое соответствие экологических, социальных и экономических критериев развития человечества. Как и прежде, основные инвестиции шли в экономику, а на рациональное природопользование и обеспечение экологической безопасности выделялись минимальные суммы. Поэтому, когда было объявлено о проведении в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Всемирного саммита ООН на уровне глав государств по безопасности и развитию, внимание прогрессивной мировой общественности было приковано к двум важным документам. Один из них – объёмный доклад специально созданной комиссии ООН «Наше общее будущее», авторы которого во главе с г-жой Гро Харлем Брундтланд провели большую аналитическую работу и очертили контуры «прогрессивного развития мира». Вторым документом явился новый доклад Дениса Медоуза и его коллег «За пределами роста» [14], в котором авторы показали, что за прошедшие 20 лет практически ничего не изменилось и для реальных изменений в обществе необходима экологическая революция, которая, подобно тому как промышленная революция в своё время сменила аграрные устои общества, приведёт к изменению сложившейся в мире к концу 20-го столетия ситуации и провозгласит новую парадигму, базирующуюся на принципах сбалансированного, самоподдерживаемого развития, получившего в английской литературе название «sustainable development» и неудачно переведённого на русский язык как «устойчивое развитие», что, по понятным причинам, вызывает вот уже 35 лет недовольство у творческих представителей различных областей науки, образования, культуры, экономики, бизнеса, управленцев, административных работников и законодателей.

Именно в этот период один из величайших мыслителей 20-го столетия академик Н.Н. Моисеев, проведя глубокий и всесторонний анализ сложившейся ситуации, пришёл к выводу, что человечество для своего спасения должно приложить максимум усилий, чтобы выйти на новый уровень взаимодействия с природой, позволяющий обеспечить «коэволюцию человека и окружающей среды» [2].

Вскоре после этого нами для визуализации вышеизложенных идей была предложена модель «Автобуса устойчивого развития», в котором каждое колесо представляло собой один из четырёх краеугольных камней: рациональное природопользование, обеспечение экологической безопасности человека, самоподдерживаемую (сбалансированную) экономику и социальные проблемы (образование, науку и культуру). При этом предполагалось, что устойчивое развитие находящегося в Автобусе сообщества (т.е. дви-

жение вперёд) будет иметь место только в том случае, если каждое из четырёх колёс будет накачиваться (т.е. финансироваться) адекватным образом. Если же хотя бы одно колесо будет накачено недостаточно, то Автобус двигаться вперёд не сможет, а будет либо крутиться вокруг одного накачанного колеса (если, например, финансировать только экономику), или стоять на месте (если накачивать только два или три колеса)

Однако, на саммите ООН по безопасности и развитию в Рио-де-Жанейро в 2012 г. я был свидетелем того, как представители многих развивающихся стран заявляли, что они сперва хотят добиться такого экономического уровня, который уже есть в развитых странах, а потом уже будут обсуждать возможности выполнения принципов устойчивого развития, в частности, рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности человека.

Поэтому на саммите Генеральной Ассамблеи ООН в сентябре 2015 г. в рамках Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. 193 странами-членами ООН были приняты 17 целей устойчивого развития до 2030 г., которым соответствуют 169 задач, актуальных для всех стран мира, как развитых, так и развивающихся. И среди этих целей, конечно же, были: ликвидация нищеты и голода, обеспечение здорового образа жизни, чистые и доступные водные ресурсы, чистая энергия, экономический рост, ответственное обращение с отходами, необходимость остановить глобальное потепление, рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов, сохранение экосистем суши, необходимость посадки деревьев и охраны окружающей среды.

В Российской Федерации провозглашённые ООН цели и задачи устойчивого развития были приняты положительно как на государственном уровне, а также на уровне учебных, научных и общественных организаций. В бизнес-сообществе поначалу особого энтузиазма по этому поводу не наблюдалось и только в 2018 г., после появления президентских «майских указов», стал наблюдаться заметный интерес представителей российского бизнеса к данной проблеме. Руководители ведущих корпораций и компаний страны стали приглашать видных российских экологов на встречи со своим высшим менеджерским составом. Повысился интерес к этой проблеме и у представителей среднего бизнеса. Однако, решающим в этом аспекте событием явился Указ Президента В.В. Путина «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», опубликованный 21 июля 2020 года.

Отметим особо, что в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни» особое внимание уделено таким экологическим проблемам, как «создание устойчивой системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100% и снижение

объёма отходов, направляемых на полигоны, в два раза; снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два раза; ликвидация наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, озёра Байкал и Телецкое.

Таким образом, проведённый в данной работе анализ показывает, что важнейшими проблемами как для всего мира, так и для нашей страны являются задачи недопущения дальнейшего загрязнения биосферы Земли, но прежде всего необходимо осуществить очищение среды обитания человека, животных и растений.

Мы, безусловно, можем утверждать, что экокатарсис нашей планеты необходим для того, чтобы: 1) спасти человечество от гибели вследствие массовых поражений сердечно-сосудистыми заболеваниями, раком и разрушением гормональных систем; 2) спасти Землю от катастрофического изменения климата и 3) спасти человечество от массового вымирания в результате глобальных вирусных пандемий

Главными путями реализации экокатарсиса Земли мы видим: 1) законодательный запрет продажи и использования предметов, содержащих токсичные и радиоактивные вещества; 2) запрет на технологии, при использовании которых в окружающую среду поступают токсичные и радиоактивные вещества (с предпочтением наилучших доступных технологий); 3) переход к разумному комбинированию в применении углеродной, низкоуглеродной и безуглеродной энергетики (с внимательным отслеживанием тенденций в глобальном изменении климата, а также в изменении содержания кислорода в атмосфере мегаполисов); 4) законодательный, в том числе на международном уровне, запрет на функционирование лабораторий и предприятий по созданию новых микробиологических патогенных организмов, вызывающих массовое инфицирование, эпидемии и пандемии.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВЕРНАДСКИЙ В.И. Избранные сочинения. Статьи по биогеохимии, М.: Изд. АН СССР. 1954. Т. 5. С. 105–302.
2. МОИСЕЕВ Н.Н. Учение о ноосфере и проблема коэволюции. М.: Устойчивый мир, 2001. 200 с.
3. ПЕТРОСЯН В.С. Почему Земле необходим экокатарсис // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. №4. С. 1.
4. ПЕТРОСЯН В.С., ШИПЕЛОВ А.Е. Жизненные циклы и этажерки в новой системе управления ТКО в РФ // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. №5. С. 58–63.
5. ПЕТРОСЯН В.С., ШИПЕЛОВ А.Е. Новая система управления твёрдыми коммунальными отходами в РФ в свете анализа их жизненных циклов и «этажерок» // Вестник РАЕН. 2020. Т. 20. №4. С. 1–3.
6. ПЕТРОСЯН В.С., ШИПЕЛОВА А.Е., ШУВАЛОВА Е.А. Сравнительное исследование технологий захоронения и термического обезвреживания ТКО в свете проблемы обеспечения экологической безопасности населения и окружающей среды // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. №4. С. 22–29.
7. ПЕТРОСЯН В.С., ШУВАЛОВА Е.А. Химия и токсикология окружающей среды, М.: ООО «Буки Веди», 2017. 640 с.
8. ПЕТРОСЯН В.С., ШУВАЛОВА Е.А. Химия, человек и окружающая среда. М.: ООО «Буки Веди», 2017, 472 с.
9. ЮВАЛЬ НОЙ ХАРАРИ. Homo Deus. Краткая история будущего, М.: Синдбад, 2019, 496с.
10. ЮВАЛЬ НОЙ ХАРАРИ. Sapiens. Краткая история человечества, М.: Синдбад, 2018. 520 с.
11. Greenhouse Gas Reporting Program (GHGRP), GHGRP Waste, US EPA, 2021.
12. MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J., BEHRENS W.W. III. The Limits to Growth, N.Y., Universe Books, 1972.
13. MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J. Beyond the Limits, Post Mills VT, Chelsea Green Publishing Company, 1992.
14. Methane Emissions Data, Global Methane Initiative (GMI), 2019.

REFERENCES

1. VERNADSKY V.I. Selected works. Articles on biogeochemistry. Moscow: *Izd. AN SSSR*. 1954;(5): 105–302.
2. MOISEEV N.N. The theory of the noosphere and the problem of co-evolution. Moscow: *Ustojchivyy mir*, 2001: 200.
3. PETROSYAN V.S. Why the Earth needs ecocatharsis, *Ekologiya i promyshlennost Rossii*. 2022; (26);4:1.
4. PETROSYAN V.S., SHIPELOV A.E. Cycles and Etageres in New System of Municipal Solid Waste Management in Russian Federation. *Ekologiya i promyshlennost Rossii*. 2020;24(5):58–63.
5. PETROSYAN V.S., SHIPELOV A.E. Cycles and “Etageres” in new system of municipal solid waste management in Russian Federation. *Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*, 2020; (20);4: 1–3.
6. PETROSYAN V.S., SHIPELOV A.E., SHUVALOVA E.A. Comparative Analysis of Technologies of Municipal Solid Waste Thermal Rendering Harmless and Their Dumping in the Light of Ecological Safety of Population. *Ekologiya i promyshlennost Rossii*. 2022;26(4):22–29.
7. PETROSYAN V.S., SHUVALOVA E.A. Chemistry and toxicology of the environment. Moscow: ООО «Buki Vedi». 2017:640.
8. PETROSYAN V.S., SHUVALOVA E.A. Chemistry, man

- and the environment. Moscow: ООО «Buki Vedi». 2017: 472.
9. YUVAL NOAH HARARI. Homo Deus: A Brief History of Tomorrow. Moscow: Sinbad, 2019:496.
 10. YUVAL NOAH HARARI. Sapiens: A Brief History of Humankind. Moscow: Sinbad, 2018:520.
 11. Greenhouse Gas Reporting Program (GHGRP), GHGRP Waste, US EPA, 2021.
 12. MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J., BEHRENS W.W. III. The Limits to Growth, N.Y., Universe Books, 1972.
 13. MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J. Beyond the Limits, Post Mills VT, Chelsea Green Publishing Company, 1992.
 14. Methane Emissions Data, Global Methane Initiative (GMI), 2019.

Петросян Валерий Самсонович,
д.х.н., заслуженный профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, вице-президент Российской академии естественных наук

☎ 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, ГСП-1,
МГУ им. М.В. Ломоносова
119991, Moscow, Lenin Hills, b.1, c. 3, GSP-1
тел.: +7 (925) 517-64-66, e-mail: valpetros@mail.ru,