

Универсальный эволюционизм Н.Н. Моисеева и судьба цивилизации

Тарко Александр Михайлович

E-mail: tarko@bmail.ru

Тарко А.М.

Универсальный эволюционизм Н.Н. Моисеева и судьба цивилизации. Академик Н.Н. Моисеев о познании развития человека, природы и общества. Доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

Аннотация Проведен анализ мировоззренческих взглядов и научных результатов академика Н.Н. Моисеева на пути решения глобальной задачи о будущем биосферы и человечества.

Ключевые слова: биосфера, ноосфера, современный рационализм, универсальный эволюционизм, экологический императив.

В этом году научная общественность страны отмечает 100-летие выдающегося ученого академика Никиты Николаевича Моисеева (23.08.1917 – 29.02.2000). Он был одним из крупнейших ученых XX века, ученым-энциклопедистом, охватившим в своей исследованиях как развитие современной математики, так и разработку фундаментальных наук о природе и обществе. Автор данной статьи является учеником Никиты Николаевича, проработал вместе с ним 20 лет в Вычислительном центре АН СССР/РАН. В докладе, посвященной его памяти, рассказано о его работах в области математики и более подробно – учение о биосфере и обществе. Работы Н.Н. Моисеева как профессионального математика были посвящены широкому кругу вопросов баллистики и устойчивости движения твердого тела с жидкостью, теории гравитационных волн, асимптотическим методам в нелинейной механике, численным методам в теории оптимальных управлений, теории иерархических систем, имитационному моделированию, системному анализу, программному методу в планировании и управлении народным хозяйством. В каждом из этих направлений Никите Николаевичу принадлежат фундаментальные результаты. Особенно выделяются его работы по моделированию динамики ракет и спутников, по динамике тела, содержащего жидкость со свободной поверхностью; классические результаты в теории нелинейных волн; новые численные методы и подходы в теории оптимального управления, получившие широкое применение в различных областях техники, а также в военном деле. За создание теории движения тела с жидкостью Н. Н. Моисеев был удостоен Государственной премии СССР. Он предложил асимптотические методы расчета траекторий космических аппаратов, позволяющие обеспечивать устойчивость счета при минимальной ошибке, за что был избран действительным членом Международной академии астронавтики. Одним из направлений работ Н.Н. Моисеева в области применения ЭВМ было создание системы автоматизированного проектирования (САПР) самолетов для КБ П.О. Сухого. Система по своим возможностям превосходила зарубежные САПР того времени. Знаменитые истребители СУ-25, СУ-27 не могли быть созданы без использования этой САПР. За создание данной системы проектирования военной авиационной техники Н.Н. Моисеев получил Премию Совета Министров СССР. Переходя к анализу учения Н.Н. Моисеева о человечестве и биосфере, следует отметить, что он, как и В.И. Вернадский смотрел на биосферу и человечество как на проявление космических процессов. Первым важным положением является то, что живое вещество и биосфера Земли

есть закономерное порождение процессов эволюции Космоса. Второе – столь же закономерным порождением космических процессов является возникновение в биосфере и разумного человека. С развитием технологической мощи человечества, начался очередной этап развития Космоса – становление ноосферы, сферы разумной деятельности человека в процессах его взаимодействия с биосферой. Это направление развития биосферы и человечества В.И. Вернадский называл универсальной историей, а Н.Н. Моисеев – универсальным эволюционизмом. Понятие биосферы и ноосферы Н.Н. Моисеев понимал не так как В.И. Вернадский. Новое время дало новое значение фундаментальным понятиям. Н.Н. Моисеев начал заниматься проблемами биосферы и взаимоотношения природы и общества в конце 60-х - начале 70-х годов. Его, профессионального математика, «все больше тянуло к содержательному естествознанию и гуманитарным наукам, их объединению» [5]. В те годы глобальные проблемы человечества впервые стали делаться темой серьезного анализа. В 70-х годах особенно важными были результаты, полученные Дж. Форрестером [14] и его учеником Д. Медоузом [3]. Каждый из них создал свою собственную математическую модель глобальных процессов биосферы. В книге Дж. Форрестера «Мировая динамика», пионерской по признанию Н.Н. Моисеева, на основе анализа разработанной им модели были осмыслены глобальные экономические, экологические, демографические и др. проблемы современной цивилизации. Основным результатом работы Дж. Форрестера является вывод о том, что в первой половине XXI века при росте загрязнений, голоде и истощении ресурсов биосферы прекратится рост количества населения Земли и начнется непреодолимый катастрофический спад его численности, что интерпретируется как деградация человеческой цивилизации и биосферы. Никакие меры, такие как уменьшение использования природных ресурсов, ограничение рождаемости, уменьшение влияния загрязнений на темпы прироста населения, не в состоянии устранить исход, в лучшем случае они могут его отсрочить. Аналогичные выводы были получены и Д. Медоузом. Эти результаты быстро стали известны не только ученым, но и всем жителям развитых стран: неотвратимость гибели человечества и биосферы поражала. После выхода его знаменитой книги Д. Медоуз многие годы в рамках анализа своей модели пытался, но не мог принципиально решить проблему выживания человечества. Задача определения возможности положительного развития человечества к середине 80-х годов в рамках математических моделей была решена учениками Н.Н. Моисеева – автором данной статьи и В.Н. Новохацким [13]. По своей сути рассматриваемая модель в точности соответствовала классической схеме Ф. Броделя [2] развития древних цивилизаций по циклической аграрной схеме. Пройдя периоды роста и расцвета, они приходили в упадок и погибали. Затем на той же или другой территории начиналось возрождение, и все повторялось вновь. В исторической основе этого лежит подсечно-огневое земледелие. Поэтому выход можно было получить только, перейдя к новому пониманию развития современной экономики. Модель А.М. Тарко и В.Н. Новохацкого была идейно более сложной, она учитывала постоянный рост научно-технического прогресса (НТП) и появление новых источников энергии. При новом идейном подходе она выявила возможность развития с высоким уровнем жизни и стабилизацией численности населения. Оказалось, что возможность положительного развития человечества не может быть обеспечена без постоянного роста НТП. В работах Дж. Форрестера и Д. Медоуза в лучшем случае рассматривалось лишь несколько постоянных уровней НТП, что принципиально не могло дать положительного развития. Сейчас эти положения кажутся очевидными, но тогда они были откровением для большинства ученых. В 1971 г. Н.Н. Моисеев, выступая в Венеции на Международной конференции, организованной ЮНЕСКО по глобальным проблемам человечества сказал, что без «настоящего описания процессов взаимодействия в Природе и с Природой обойтись не удастся» [5]. Он считал, что для целей прогнозирования будущего человечества нельзя замыкать-

ся в рамках примитивных моделей, необходимы серьезные исследования как человека в его социальных аспектах, так и биосферы. В конце 60-х годов он сформировал в Вычислительном центре АН СССР два подразделения, которые были призваны заниматься разработкой и анализом сложных математических моделей: глобальных экологических и глобальных климатических процессов. В то время Н.Н. Моисеев принял для себя следующий путь познания: проблема будущего человечества и биосферы должна решаться как идейно, так и с позиций разработки и анализа сложных математических моделей. Эти два подхода навсегда стали двумя сторонами его исследований и интересов в области глобальной биосферной тематики. В начале 70-х годов Н.Н. Моисеев высказал концепцию коэволюции человека и биосферы. Эта концепция получила известность и признание во всем мире. В книге «Человек и биосфера» [10] Н.Н. Моисеев писал: «Сегодня опасность перевести параметры биосферы в такое состояние, когда человеку в ней уже не остается места, вполне реальна. Здесь возникает проблема коэволюции человека и биосферы. Этим термином мы условимся называть такое совместное развитие человеческого общества и биосферы, которое не выводит параметры биосферы из области гомеостазиса человечества, узкой области параметров биосферы, в которой возможно его существование. Коэволюция человека и биосферы обеспечивает сохранение человеческого вида и условий для дальнейшего развития цивилизации». Условие, необходимое для выживания человечества [9 с. 140). В конце 70-х - начале 80-х годов идея о коэволюции человека и биосферы была революционной и очень популярной в мире. Автор этой статьи в 1983 году участвовал вместе с Н.Н. Моисеевым в Хельсинки в работе симпозиума Института жизни «Коэволюция человека и биосферы». На симпозиуме присутствовали крупные западные обществоведы, экономисты, политологи, математики, философы. Симпозиум был ориентирован на поиски путей преодоления кризисов человечества. Доклад Н.Н. Моисеева был центральным. Он был заслушан с огромным интересом и имел большой успех [10]. Одним из своих важнейших достижений Н.Н. Моисеев считал разработку мировоззрения, которое он назвал «современный рационализм». Работа в этой области была начата им еще в 70-е годы, одноименная книга была опубликована в середине 90-х годов [6] и далее работа продолжалась до последних дней жизни. Физическими предпосылками, которые явились основанием для развития учения, были установленные в XIX-XX веках новые экспериментальные данные: опыт А.А. Майкельсона, открытие деления ядер химических элементов, открытие сверхтекучести гелия, и другие. На их основании была разработана, с одной стороны, теория относительности А. Эйнштейна, с другой - принцип неопределенности В. Гейзенберга и квантовая теория. Главным постулатом современного рационализма Н.Н. Моисеева является следующий: Вселенная представляет собой некую единую систему (Универсум), все ее элементы связаны между собой различными связями. Связи существуют и могут быть измерены или наблюдаемы. Процесс измерения вносит изменения в изучаемый объект. Следующим важным положением современного рационализма является новое понимание стохастичности и неопределенности. В основе классического рационализма лежат механицизм и детерминизм XVII-XVIII веков, выросшие из небесной механики. Современная наука показывает, что детерминированные процессы могут порождать стохастические. В математическом отношении система может обладать большим количеством положений равновесия. Движение системы после достаточно сильного воздействия на нее может стать непредсказуемым. Область, в которой такое поведение возможно, называется областью бифуркации. Фундаментальным положением современного рационализма является универсальный эволюционизм. Все события в Универсуме происходят за счет причин принадлежащих самой системе. Следовательно, все происходящие в системе изменения (эволюция) являются процессом самоорганизации. Универсум постоянно изменяется. Это есть универсальный эволюционизм. Характеризуя биосфер-

ные проблемы, Н.Н. Моисеев особо выделил способность биоты регулировать процессы в биосфере. Он ввел понятия степень и скорость направленности эволюционного процесса, трактуя эволюцию как изменения биоты от зарождения жизни. Скорость может изменяться в разные этапы развития биосферы. Есть механизмы, способствующие или не способствующие стабильному развитию биосферы. Здесь примером является глобальный цикл двуокиси углерода в биосфере, модель которого разработана автором данной статьи [10]. При небольших промышленных выбросах двуокиси углерода в атмосферу растения в экосистемах поглощают их часть, что через механизм парникового эффекта частично стабилизирует климат Земли (проявляется принцип Ле-Шателье). Но если количество углерода в атмосфере становится достаточно большим, то биотические процессы станут угнетаться, поглощение двуокиси углерода в экосистемах не справится с поглощением выбросов, климат станет меняться еще сильнее, принцип Ле-Шателье перестанет выполняться. По Н.Н. Моисееву человечество в своем развитии пережило две критических перестройки характера своего развития (бифуркации). Первая произошла в палеолите и привела к утверждению системы запретов — табу, прежде всего табу «не убий». Эта перестройка привела к возникновению нравственности, тем самым человек перешел на путь общественного развития. Вторая произошла в неолите. Она связана с расширением экологической ниши homo sapiens и возникновением земледелия и скотоводства. Обе бифуркации имели планетарные масштабы. По мнению Н.Н. Моисеева сейчас человечество подошло к новой, третьей перестройке, такого же масштаба, как две первые. Она характеризуется цивилизационной парадигмой, когда основной заботой людей становится преодоление глобального экологического кризиса. Главная проблема здесь — «потеря возможной устойчивости биосферы, как целостной системы, частью которой теперь является человечество. Результатом потери стабильности нынешнего квазиравновесного состояния будет переход биосферы (как и всякой нелинейной системы) в новое и неведомое нам состояние квазиравновесия, в котором человеку просто может не оказаться места». Биосфера в результате антропогенных воздействий сейчас находится в области бифуркации, поэтому, к какому новому положению равновесия она пойдет неизвестно. По его мнению, уже к середине XXI века антропогенные нарушения биосферы могут возрасти настолько, что возможно нарушение равновесия биосферы и переход к деградации, когда человечество не сможет существовать. Это положение своего учения Н.Н. Моисеев считал одним из самых важных. Систему запретов Н.Н. Моисеев называл экологическим императивом. Под этим понимается совокупность тех ограничений, накладываемых на деятельность людей, нарушение которых уже в ближайшие десятилетия может обернуться для человечества самыми катастрофическими последствиями. Поскольку экологический императив приводит к необходимости изменять свои действия, то он неизбежно порождает нравственный императив. По мнению Н.Н. Моисеева труднейшая задача человечества состоит в том, чтобы понять нравственный императив и «сделать его подобно традиционным принципам нравственности достоянием человечества, основой повседневной жизни людей». По Н.Н. Моисееву деятельность человека может привести биосферу к такому состоянию, в котором человеку как виду не найдется места. В этом состоит принципиально новое понимание биосферы, отличное от понимания В.И. Вернадского. Однако возможным результатом эволюции человека и биосферы может стать не только ее разрушение, но и переход к ноосфере [4]. Ноосфера — «такое состояние биосферы, когда Разум окажется в состоянии определять ее целенаправленное развитие». Ноосфера — возможное, но не обязательное будущее состояние биосферы. Это обстоятельство также является принципиально новым, отличным пониманием В.И. Вернадского, который считал, что переход человечества к ноосфере неизбежен. Важным практическим результатом деятельности Н.Н. Моисеева стала «ядерная зима». Знаменитые прогнозы ядерной зимы были получе-

ны одновременно и независимо учеными СССР и США в 1983-1985 гг. [1, 10, 15-17]. Со стороны СССР эта работа была выполнена в Вычислительном центре АН СССР в открытых им незадолго до этого подразделениях. Климатические - под руководством В.В. Александрова, экологические - под руководством Ю.М. Свирежева и А.М. Тарко. Если бы несколько лет до этого он не создал два упомянутых выше подразделения, то работы по ядерной зиме были бы выполнены только в США и, можно не сомневаться, что в этом случае они не получили бы грандиозного мирового резонанса. Научные связи и «технологии», позволившие быть на равных с учеными США в этой области были только в ВЦ АН СССР. В 1983 г. две группы ученых-климатологов в США и в СССР получили на своих моделях прогнозы развертывания крупномасштабной ядерной войны. Полученные расчеты оказались весьма близкими. В результате ядерных бомбардировок крупных городов будет превышена критическая масса возникших пожаров, они станут гигантскими, высоко в атмосферу взлетят гигантские массы дыма и сажи, которые, за две недели распространятся на все Северное, а затем за два месяца на Южное полушарие, перекроют солнечное излучение, падение температуры должно составить от 50 до 500 С. Вместе с этим на поверхность выпадет огромное количество радиоактивных загрязнений, которые также распространятся на огромные территории. Длительность процесса – до года. Этот эффект был назван ядерная зима. Вслед за климатическими прогнозами ученые США и СССР получили экологические и демографические. Растительность и животный мир не вынесут резкого и сильного похолодания и падения освещенности и значительная их доля погибнет. К этому воздействию добавится значительное действие радиоактивного загрязнения. На послевоенной Земле люди, если и останутся, то неминуемо погибнут от отсутствия питания и радиоактивного загрязнения. Осознание неминуемого крушения мира в результате ядерной войны почти мгновенно потрясло всех и проникло в сердца не только ученых-специалистов, но и простых людей стран развитого мира. Необыкновенно знаменитой фигурой в связи с этими работами стал советский ученый В.В. Александров. Его приглашали на множество конференций, симпозиумов и других мероприятий. Так, Папская академия наук пригласила ученых из США и СССР на совместное заседание, на котором были академик Е.П. Велихов и В.В. Александров. Еще одним важным событием был визит академика Н.Н. Моисеева и В.В. Александрова в Вашингтон (США) по приглашению сенатора Эдварда Кеннеди и выступление В.В. Александрова в сенате США с докладом про ядерную зиму. После его выступления Эдвард Кеннеди подчеркнул, что согласно расчетам, та страна, которая начнет ядерную войну, неминуемо погибнет от своих или чужих ядерных ударов — это будет не важно. Он также отметил важность того, что расчеты ядерной зимы получены независимо американскими и русскими учеными, что доверия таким результатам больше. К сожалению, после этих событий в марте 1985 года Владимир Александров бесследно исчез, будучи приглашенным на конференцию мэров неядерных городов в Испании. Предпринятые международные меры найти его ни к чему не привели. Помимо современного рационализма Н.Н. Моисеев разработал систему представлений об экономическом будущем мира и России [7, 8]. В своих работах он предвосхитил важнейшие свойства современного экономического глобализма. Он называл это «мир Pax Americana» или «транснациональных корпораций (ТНК)». Важнейшей деятельностью возникших тогда «мировых финансовых олигархий» было завоевание рынков в странах мира в вывозе капиталов в другие страны и развертывании там производства своих товаров, в «выкачивании» из них сырьевых и интеллектуальных ресурсов. Стоимость труда в развивающихся странах меньше, поэтому наиболее выгоден вывоз туда производства высокотехнологичных и загрязняющих производств. Законы об охране природы там менее жесткие, и можно тратить меньше денег на очистные сооружения. По той же причине выгодно получение из развитых стран сырьевых ресурсов (нефть, ка-

менный уголь, газ, руды металлов и прочее) – их добыча в развитых странах дороже, и приводит к значительному загрязнению среды. Кроме того, не надо беспокоиться о сохранении своих небесконечных запасов [7]. Постепенно политика государств все в большей степени становится зависимой, а на первое место в управлении миром выходят ТНК. Н.Н. Моисеев считал, что «формирование транснациональной финансовой элиты выводит на первый план, прежде всего, ее собственные клановые интересы. Для них принадлежность к той или иной национальности не играет особой роли. Они живут в своём «наднациональном мире». Также глобализм приводит к значительному росту отношения богатых к бедным. Одним из неожиданных здесь является вывод о наличии «дьявольского насоса», способствующего перетеканию капиталов, обычных и интеллектуальных ресурсов из развивающихся стран в развитые. Н.Н. Моисеев писал в книге «Мировое сообщество и судьба России» [8]: «Мировой характер современной экономической системы означает, в частности, что локальные экономики концентрируются в тех странах, где общественная производительность труда более высокая, где вкладывать деньги элементарно выгодней, где ресурсы используются более эффективно, где выше роль интеллекта. Собственные же капиталы бедных стран неизбежно утекают в более благополучные страны. Эти страны становятся насосом, откачивающим из отсталых стран все лучшее, что они имеют». Возникает еще одна постиндустриальная форма эксплуатации отсталых стран. Н.Н. Моисеев писал, что мир ТНК приводит к возникновению нового тоталитаризма: «Этот новый тоталитаризм будет носить общепланетарный характер. Это будет тоталитаризм совершенно нового типа... Я думаю, что новый тоталитаризм не будет похож на средневековье. Это скорее будет тоталитаризм античного типа – демократия спартанцев, которая обеспечивается нищетой и трудами илотов» [7]. Под илотами он имел в виду современные развивающиеся страны. Отметим, что он, тем не менее, не предавал «дьявольскому насосу» абсолютного значения. Это он замечал по развитию экономики в некоторых странах Юго-Восточной Азии. К настоящему времени немалому количеству стран удалось или удастся вырваться из «дьявольского насоса». Экономики таких быстро развивающихся стран сейчас называют «всплывающими». Сейчас это, например, Эфиопия, Эритрея, Панама, Лаос, Камбоджа, Индия, Шри Ланка, Гана, Бангладеш, Судан. В них в течение 2011-2015 гг. средний прирост ВВП на душу населения был от 5,0. Говоря о развитии современной России, необходимо понять причину гибели крушения Советской системы – более чем 70-летней власти КПСС над огромной страной. Это тем более актуально, что 2017 год это не только год 100-летия Н.Н. Моисеева, но и год падения самодержавия в России и установления в ней режима власти одной тоталитарной партии. Н. Н. Моисеев, по мнению автора статьи, очень точно оценил главную причину краха Советской системы. Причина была нежизнеспособности цели системы и методов достижения этой цели. В книге «Агония России» [7] он писал: «В Советском союзе главенствовало стремление реализовать идею «единого завода» (т.е. полностью централизованного управления экономикой – примечание А.М. Тарко), т.е. подчинить всю деятельность некоей единой цели – задача в принципе утопическая! Отсюда попытка превратить направляющие воздействия в некую систему управления. Точнее – абсолютного планирования, т.е. реализовать идею, утопичность которой понимал любой специалист в области кибернетики и информатики». Также: «Несмотря даже на то, что в какой-то момент (на какое-то время) мы сделали второй экономической и военной державой мира, наша система была обречена» [8]. В 80-х годах исчезли последние надежды на то, что партийное руководство страны поймет, что страна идет к разрушению и предпримет меры по выживанию системы. Н.Н. Моисеев приветствовал перестройку М.С. Горбачева («перестройка системы была необходима»), хотя понимал, что для методы спасения разрушающегося строя были не самыми подходящими. В России после тяжелого кризиса начала 90-х годов началось улучшение экономики,

был осуществлен переход к системе с рыночной регуляцией цен. К середине и концу 90-х годов - экономическое положение страны частично было выправлено за счет перевода экономики на добычу и продажу сырьевых ресурсов. При этом социальное положение в стране оставалось неблагоприятным, а технологическое ухудшалось. Ведь сырьевая специализация экономики, ведет к долгосрочно понижающейся отдаче и является тупиковым путем экономического развития, который со временем ведет к кризису. Н.Н. Моисеев в конце 90-х годов видел единственный путь выхода России из предстоящего экономического кризиса и перехода в развитые страны в развитии высокотехнологичных производств, в сохранении и развитии все еще передовой фундаментальной и прикладной науки образования. То есть, это тот путь, по которому идут развитые страны. Н.Н. Моисеев писал: «Сегодня ставка на новые высшие технологии. . . Поэтому та страна, сумеет сохранить образование, обеспечить развитие наук, в следующем поколении будет впереди [9 с. 164]. Также в «Восхождении к разуму»: «Россия не сможет подняться с колен без развития высоких технологий. И надо верить в интеллектуальный потенциал народа, который за 10 послевоенных лет, начав с нуля, когда страна была в развалинах, когда приходилось пахать на коровах, сумел овладеть ядерной энергией, запустить в космос спутник и сделаться второй научно-технической державой мира» [8]. Он глубоко переживал разрушение год от года как уникального научного, так и инженерного потенциала страны, разрушение системы высшего образования: «Ведь разрушение происходит очень быстро, а воссоздание, в случае поворота политики страны будет медленным, займет в лучшем случае десятилетия». В своих книгах Н.Н. Моисеев не давал рекомендаций по дальнейшему экономическому пути России или по выходу ее из современного кризиса. Он выражал обоснованную надежду, что у России может быть хорошее экономическое будущее. Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-01-00308

Литература: 1. Александров Г.А., Арманд А.Д., Свирижев Ю.М., Тарко А.М. и др. Математические модели экосистем. Экологические и демографические последствия ядерной войны. // Под ред. А.А. Дородницына. М.: Наука, 1986. - 176 С. 2. Бродель Ф. Структуры повседневности. Возможное и невозможное. М.: Прогресс. т. 1. 1986. 623 с. 3. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л. Рэндерс Й., Беренс В.В. Пределы роста. - М.: МГУ, 1991, 207 с. 4. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия. 1990. с. 351. 5. Моисеев Н.Н. Как далеко до завтрашнего дня. . . Свободные размышления. 1917 - 1993. М.: АО Аспект пресс, - 1994, 304 с. 6. Моисеев Н.Н. Современный рационализм. — М., Изд-во МГВП КОКС, 1995, 376 с. 7. Моисеев Н.Н. Агония России. Есть ли у нее будущее? Попытка системного анализа проблемы выбора. М.: Экспресс-"ЗМ 1996. - 78 с. 8. Моисеев Н.Н. Мировое сообщество и судьба России. — Сочинения, т. 2, М.: Изд-во МНЭПУ, 1997, 269 с. 9. Моисеев Н.Н. Избранные труды в 2-х томах. Том 2. Междисциплинарные исследования глобальных проблем. Публицистика и общественные проблемы. М., "Тайдекс Ко"2003 - 264 с. 10. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. — М.: Наука, - 1985, 272 с. 11. Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. Математическое моделирование. — М.: Физматлит. 2005. — 232 с. 12. Тарко А.М. О настоящем и будущем России и мира. Тула. Изд-во Промпилот. 2016. 196 с. 13. Тарко А.М., Новохацкий В.Н. Моделирование мировой динамики с учетом научно-технического прогресса. — В сб. Моделирование и оптимизация социально-экономического развития административно-территориальных комплексов, М.: ЦЭМИ АН СССР, 1988, с. 123-126. 14. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978, 167 с. 15. Aleksandrov V.V., Stenichikov G.L. On the modelling of the climatic consequences of the nuclear war. Moscow: Computer Center, USSR Acad. Sci. - 1983. 16. Environmental Consequences of Nuclear War. Ecological and Agricultural Effects. SCOPE 28. - Eds.: Harwell M.A., Hutchinson T.C. - Wiley, U.K., 1985. - V. 2. - 523 pp. 17. Environmental Consequences

of Nuclear War. Physical and Atmospheric Effects. SCOPE 28. - Eds.: Pittock A.B., Ackerman T.P., Crutzen P.J., MacCracken M.C., Shapiro C.S., Turco R.P. - Wiley, U.K. , 1985. - V. 1, 359 pp.