

О необходимых и достаточных критериях достоверности естественнонаучных знаний

Введение

Последнее десятилетие нашего XX века характеризуется, особенно в связи с освобождением средств массовой информации от гнета цензуры, диктуемой далеко не всегда четкими требованиями идеологической чистоты¹ в странах с диктаторским режимом разгулом конкуренции не только в экономической, но и в духовной сфере и ожесточенными атаками на методы и результаты соиздания естественнонаучных знаний (ЕНЗ) со стороны адептов религии и так наз. паранаук, не отягощенных требованиями достаточной обоснованности своих исходных положений. Что касается роли религии и причин ее воздействия на умы людей, то много и подробно размышлял на эту тему еще Б.Спиноза². Полемизируя с тезисом Фомы Аквинского, Спиноза приводит целый ряд аргументов как априорного, так и апостериорного характера. В частности, он утверждал, что только Бог должен мыслиться и существовать в качестве первопричины всех вещей и событий, предопределяя и управляя всем, включая самого себя. Современные соображения о биологических (или скорее психологических) потребностях человека в вере в высшее начало, являющееся, с одной стороны, покровителем людей, ориентированных сызмальства на родительскую опеку, и с другой — первопричиной (творцом) всего сущего из ничего, высказал недавно известный врач (кардиолог) Н.М.Амосов³, который является в то же время откровенным атеистом.

Определенную роль здесь играют и широкие технические возможности предоставления массовому потребителю все более богатых возможностей наблюдения разнообразной виртуальной реаль-

ности, далеко превосходящей по своему ассортименту старинные представления о всякого рода нечистых силах (ведьмы, колдуны, домовые, водяные, вампиры и пр.).

Хотелось бы упомянуть здесь и серию публикаций А. Н. Троепольского⁴, в которых развивается концепция сверхчувственных метафизических сущностей, к которым автор, между прочим, относит и так наз. «микрочастицы», в том числе электроны, управляемые потоки которых формируют изображения на телеэкранах, и следы в камерах Вильсона и фотоэмульсиях, и атомные ядра, составляющие основной материал для всех химических элементов в окружающей нас среде. Если же не обращать внимания на это метафизическое недоразумение с «микрочастицами», то главное в работах Троепольского состоит в попытке доказать с помощью разного рода логических манипуляций непротиворечивость религиозного образа мысли, невзирая на обилие большого числа противоборствующих конфессий, а главное — не задумываясь над тем, что его концепция означает на самом деле попытку стереть границу между религией и наукой. А ведь эта граница состоит в том, чтобы кроме непротиворечивости той или иной концепции и при наличии противоречия всякого рода чудес в религии с законами науки решать проблему достоверности последней, без чего любая вера остается просто фантазией, а не моделью действительности.

Таким образом, автор данной концепции полностью игнорирует коренное различие таких понятий, как вера, выступающая во множестве исторически и этнически разнородных ипостасей и подкрепляемая во всех случаях лишь регулярным использованием определенного набора утешающих человека ритуалов, и достоверность, основанная на использовании обсуждаемых ниже критериев ее научного обоснования в процессе познания окружающего нас мира (включая процессы, происходящие в мозгу и нервной системе человека).

Последовательный анализ всей совокупности этих критериев достоверности ЕНЗ позволяет, по мнению автора данной статьи, провести также достаточно четкую границу между ЕНЗ и паранауками различного сорта, хотя убеждение в степени достоверности тех или иных результатов, достигнутых в ЕНЗ, и разделяемых подавляющим большинством мирового сообщества ученых в известной мере связана с опытом, субъективным мнением и интуицией наиболее авторитетных представителей ученого мира (см.: в частности⁵).

Хотелось бы подчеркнуть и различие в критериях достоверности для ЕНЗ и гуманитарного, в частности исторического, знания, связанное с особой ролью принятой теми или иными социальными группами системами характерных для них духовных ценностей, (см., например⁶).

Нельзя не отметить и определенную расплывчатость в определении и использовании понятия «духовная ценность». Значительный вклад в это понятие внес известный физик нобелевский лауреат С.Ф.Пауэлл⁷, который подробно обсуждал роль фундаментальных наук в развитии мировой цивилизации, даже независимо от степени их воздействия на технический прогресс и удовлетворение материальных потребностей человека.

В порядке введения стоит остановиться еще на двух принципиальных моментах. Во-первых, это различие между исторически развивающимся и лишь относительно устойчивым научным знанием и претендующим на абсолютную истину. Во-вторых, это различие между понятиями ЕНЗ и, в частности, их частью — физической реальностью⁸ и объективной как полностью независимой от сознания человека, декларированной «ортодоксальным» диалектическим материализмом реальностью, которую, в частности, критиковал В.Гейзенберг за излишний догматизм.

Критерий наблюдения и наблюдаемости

То, что в повседневной жизни живого существа принято называть ощущением, т.е. восприятием явлений окружающего мира посредством одного или нескольких органов чувств, в науке заменяют понятием наблюдения. При этом возможности наблюдения различаются не только остротой индивидуальных восприятий (скажем, предвестников приближения атмосферных фронтов или степени поражаемости радиацией), но в значительно большей степени — диапазоном и чувствительностью создаваемых техногенной цивилизацией приборов. Именно приборы разного типа и назначения позволяют нам проникать не только в самые отдаленные уголки нашей Вселенной, но и изучать следы ее развития во времени (скажем, по концентрации наиболее представительных ядерных изотопов в глубоких колонках гренландского или антарктического льда), а также проникать сравнительно безболезненно в различные органы человеческого тела (вспомним, в частности, об ультразвуковых, электрокардиографических, эхографических и прочих средствах медицинской диагностики). Более сложно и в известной мере спорно обстоит

дело с критерием наблюдаемости, если в это понятие включать средства косвенных (опосредованных) наблюдений тех или иных материальных объектов или процессов.

Начиная с физики, следует прежде всего назвать косвенные наблюдения таких субэлементарных частиц, как кварки и глюоны по структуре порождаемых ими струй явно регистрируемых частиц (пучков адронов), а особенно — косвенные, неоднозначно трактуемые наблюдения такого уникального состояния материи, как кварк-глюонная плазма, состоящая по тем или иным «рецептам» из свободных кварков и глюонов и являвшаяся, судя по всему, «на заре» возникновения нашей Вселенной, «прародительницей» всех ныне наблюдаемых частиц.

Если говорить об астрофизике, то это — косвенные, хотя и в значительной мере общепризнанные наблюдения как черных дыр (столь искривленных областей пространства, из которых не могут выходить наружу никакие сигналы), так и гравитационных волн, для прямого обнаружения которых пока что резко не хватает чувствительности создаваемых в разных лабораториях гравитационных антенн.

В области химии можно отметить проявления резонанса молекулярных структур, вокруг которых в свое время был поднят большой шум, связанный с догматическим реализмом.

Наконец, из области биологии хотелось бы упомянуть разнообразные позитивные (благоприятные) воздействия мыслей человека на его физическое состояние⁹, а также весьма спорные до сих пор явления экстрасенсорики среди выдающихся по своим способностям личностей типа Кашпировского или Давиташвили. Столь же косвенны наблюдения за аномальным поведением некоторых животных перед землетрясениями.

Все такого рода явления предвидел в свое время еще А.Эйнштейн¹⁰, когда говорил о том, что все более углубленное проникновение человеческой логики в суть вещей должно приводить к удалению мира науки от фактов прямого опыта. Иными словами, можно говорить и о ситуациях типа «экспериментальной невесомости»¹¹ и даже, весьма образно, о «театре абсурда». В связи с обсуждением такой ситуации в физике стоит отметить высказывание Р.Фейнмана¹² о роли математики, которая «позволяет нам выяснит следствия, анализировать ситуации и видоизменять законы, чтобы связать (логически — Г.Ж.) различные утверждения». И он же говорил об условном характере тех идей, которые физики принимают в качестве исходных аксиом для вывода физических законов. Более того, обилие возможных теоретических «сценариев» формирования, например все

той же кварк-глюонной плазмы, позволяет некоторым теоретикам уравнивать в правах понятия достоверности в мире науки и веры в сфере религиозной духовности.

Автор данной статьи считает, однако, что все перечисленные выше соображения, неизбежно связанные с развитием науки, составляют нас проводить четкую границу между понятиями объективной (независящей от сознания человека) и научной реальности. При этом существенным отличием убедительности наблюдения от чистой веры в духовном образе является его воспроизводимость вместо традиционной (регулярной) повторяемости той или иной исторически возникшей системы ритуалов.

Эксперимент

Вторым критерием достоверности ЕНЗ является эксперимент, применяемый тогда, когда имеется реальная возможность направленного вмешательства ученого в протекание природных явлений. В его задачи входят, в частности:

а) проверка правильности понимания условий и параметров данного явления;

б) попытка выяснить причины явления¹³ и, в частности, исследовать те природные объекты, взаимодействие которых приводит к уже обнаруженному ранее процессу;

в) достаточно сильное изменение условий существования природных объектов с целью возможного открытия качественно новых явлений, как это было, в частности, при открытии совершенно непонятого долгое время явления сверхпроводимости металлов при очень сильном их охлаждении (Каммерлинг—Оннес, 1911 год) или при последовательном изучении определенных наследственных признаков растений гороха в течении нескольких поколений их размножения (Мендель, 1860-е годы).

Среди характерных примеров следует указать и на изменение состава тех прозрачных жидкостей, которые светились при помещении вблизи них радиоактивного препарата, что заставило вначале отказаться от первоначального представления о люминесцентной природе этого свечения, а затем при детальном количественном моделировании явления (называемого теперь излучением Вавилова—Черенкова) к открытию принципиально новой природы явления, возникающего, когда скорость заряженной частицы начинает превышать фазовую скорость распространения света в этой среде.

Эксперимент оказался возможным даже в такой трудно доступной области астрофизических исследований, как изучение захваченных магнитным полем Земли заряженных частиц (радиационные пояса) путем «впрыскивания» за пределы атмосферы заряженных частиц от специального источника электронов и изучения процессов их дальнейшего распространения, состоящего в дрейфе вокруг силовых линий геомагнитного поля.

Наконец, очень оригинальным оказался в свое время лазерный эксперимент, проведенный Басовым и Прохоровым в России и Таунсом в США, которым удалось в 1955 г. осуществить ситуацию со своего рода отрицательными температурами заселения определенных электронных орбит в атомах, базируясь при этом на прежней гипотезе А.Эйнштейна о когерентном характере излучения атомов под действием внешнего фотонного поля. Именно этот эксперимент в сочетании с теоретическим моделированием явления И.Е.Таммом и И.М.Франком был вознагражден (уже после смерти С.И.Вавилова) Нобелевской премией 1958 года.

Роль измерений при переходе от открытия к гипотезе и моделированию явлений

Как было видно уже из предыдущих примеров, период перехода от первых экспериментальных открытий к возникновению гипотез (хотя бы качественных идей) и их общепризнанному принятию в ученом мире далеко не всегда происходит одинаково быстро, и он нередко требует новых «безумных» (по терминологии Н.Бора) для их качественного (в форме гипотезы), а затем и количественного (с помощью подходящего математического аппарата) моделирования. К этому добавим, что и выбор математического аппарата далеко не всегда однозначен. Так, например, группой В.И.Манько¹⁴ были изложены недавно все основные результаты квантовой механики на языке классической статистики. А для авторитетного признания новой теории научным сообществом требуется изрядная доза интуиции. Кстати, понятие интуиции имеет своим физическим аналогом нечто вроде туннельного (подбарьерного) перехода от одной логической схемы к другой.

Значительную актуальность приобрела в последние годы высказанная впервые Б.Мандельбротом идея о новом методе анализа природных объектов со сложной пространственной структурой, получившей название фрактального анализа. Этот метод создал основания для расширения представлений об основных типах геометрии

ческих структур (точка, плоскость, многогранник) до познания структур с дробной размерностью. Речь идет о дроблении одинаковым образом изломанных линий в пределах все более и более мелких интервалов.

Весьма обширной стала область использования еще одного математического метода анализа сложно разветвленных природных объектов, получивший название wavelet-анализ (от слова wavelet — маленькая волна). Это существенно расширило возможности хорошо известного гармонического анализа Фурье для целого ряда самых разнообразных природных явлений.

В качестве одного из последних примеров перехода от качественной идеи (гипотезы) приведем высказанную вначале Летоховым в России идею охлаждения газового облака удачно подобранными комбинациями лазерных пучков (за счет эффекта Доплера), а совсем недавно реализованную группой американских физиков программу охлаждения оптически плотного газового облака до сверхнизких температур порядка микрокельвина.

С точки зрения чувствительности измерений интересны уроки деятельности группы Н.В.Тимофеева-Ресовского¹⁵, когда им удалось показать резко выраженное повышение концентрации ряда важных для живых существ элементов путем их радиоактивного облучения и подсчета количества полученных радиоактивных изотопов тех же элементов.

Большую роль в подобного рода операциях играет выбор нужного числа независимых параметров с приложением к ним (в духе синергетики) метода фазовых объемов. Особенно впечатляет в этом плане достигнутое группой Д.С.Чернавского¹⁶ понимание того, как в процессе борьбы за существование живых организмов могли быть достигнуты одновременно и конвергенция, сходимость к единому генетическому коду и дивергенция — расходимость огромного числа биологических видов для успешного захвата экологических ниш.

Роль математики как экспериментальной науки и полноправной части научного знания была показана В.И.Арнольдом¹⁷, который на ряде примеров показал эффективность так наз. «мягких» методов решения задач, в которых исходные уравнения включают в себя регулируемые авторами с учетом экспериментальной ситуации значения параметров и виды функций.

Отметим еще те скрытые, но чреватые опасностями пути познания реальности, которые были использованы, в частности, А.Л.Чижевским¹⁸ при установлении корреляционными методами связей между различными проявлениями земной жизни и процессами,

очень слабыми по доходящей до Земли энергии, солнечной активности. Опасность здесь состоит примерно в том же, что и ориентация на народные приметы с погодными предсказаниями в земных условиях (иногда они оправдываются, иногда — совсем нет).

Автор считает, что общими для обоих типов предсказаний являются два фактора: во-первых, значительная и далеко неоднородная степень неустойчивости подвергаемых предсказаниям состояний и, во-вторых, обилие возможных побочных факторов, влияющих на исход рассматриваемых процессов.

О неустойчивых состояниях и виртуальных объектах

В отличие от строго детерминированных законов классической механики совершенно необходимой частью почти всех областей современной ЕНЗ является анализ происхождения и развития неустойчивых (в той или иной мере) состояний. Начнем с физики элементарных частиц, где наблюдается большое разнообразие распадов частиц материи, начиная с радиоактивности атомных ядер и кончая так наз. резонансными состояниями с ничтожными временами жизни порядка 10^{-22} сек. Сюда же можно включить и интенсивно исследуемую теперь группу трансурановых элементов, область которых простирается вплоть до ядер с зарядом 114, причем время жизни последних, возможно, составляет многие годы в связи с квазиустойчивостью их замкнутых протонных и нейтронных оболочек. И если альфа-распад трактуется как чисто туннельный эффект проникновения этих частиц сквозь потенциальный барьер атомного ядра, то распады частиц типа мезонов или барионных резонансов рассматривается уже как взаимодействие этих частиц с вакуумом.

Важно, что и сам вакуум, трактуемый теперь как низшее энергетическое состояние того или иного физического поля, тоже неустойчив. В частности, современная космология рассматривает возникновение нашей Вселенной как Большой взрыв, проходящий через стадию избыточной флуктуации с последующим практически мгновенным расширением и перегревом (инфляцией), связанными с особым видом термодинамики вакуума, характеризуемой отрицательным значением давления. В эту же категорию неустойчивых явлений можно отнести и происходящие в нашей Галактике в среднем порядка раз в 30 лет вспышки Сверхновых звезд, являющиеся главным источником космических лучей.

Большой круг явлений неустойчивого типа породил такое философское течение, как синергетика, авторами которого оказались Пригожин, Хакен и другие на Западе, а в России — С.П.Курдюмов с сотрудниками¹⁹. За пределами физики в сферу действия законов синергетики с характерными для них разветвлениями процессов при участии слабых внешних воздействий и втягиванием их в область того или иного центра-аттрактора можно отнести очень многие явления в природе: погодно-климатические, видообразующие в биологии, мыслительные в нейрофизиологии и т.д.

Близкие по природе процессы происходят и в сфере виртуальных объектов. Таковы, в частности, обмены виртуальными частицами между устойчивыми элементарными частицами в физике микромира вплоть до предсказанного И.Я.Померанчуком и Е.Л.Фейнбергом²⁰ и обнаруженного вскоре на опыте явления так называемой дифракционной генерации, при котором налетающая на препятствие (атомное ядро) частица как бы заранее возбуждается настолько, что может распасться сразу на несколько частиц. В химии мы встречаемся с виртуальной реальностью иного рода, когда осуществляется своеобразный резонанс нескольких молекулярных структур. Что касается биологии, то возможно, что некоей формой виртуальной реальности можно считать, например, сновидения, в которых хаотическим образом переплетаются впечатления, полученные человеком в его реальной жизни.

Предсказание и создание новых объектов и явлений

Под новыми мы будем понимать здесь как неизвестные науке ранее, так и отсутствующие в окружающем нас мире объекты и происходящие с ними процессы. К стати, реальность такого рода объектов позволяет коренным образом отличать их от разного рода религиозных чудес и ересей путем опытной проверки. Начнем с характерных примеров.

Оказывается²¹, что при нашем Министерстве обороны уже давно работает специальная группа по предсказаниям различного рода катастроф типа землетрясений, тайфунов, терактов и крупных аварий, правда без полной достоверности и более или менее точных координат. А теперь перейдем к области ЕНЗ непосредственно. В астрофизике уже «нащупано» предсказание так называемой темной, т.е. неизлучающей и непоглощающей свет, материи на основе явного несоответствия между массами видимых частей галактик и скоростями их вращения, т.е. явного нарушения основных законов gravi-

тации. Далее, стоит сказать о предсказанном А. Эйнштейном явлении вынужденного, строго когерентного излучения атомов, пропорционального плотности соответствующего числа фотонов в окружающем поле. Именно использование этого явления позволило создать такие могучие средства воздействия на природу и самого человека, как лазеры в оптической области и мазеры в радиофизике. Упомянем, наконец, о предсказании возможного существования такого важного для космологии объекта, как магнитный монополю.

В области химии классическим примером служит предсказание Д. И. Менделеевым неизвестных ранее химических элементов на базе периодической структуры всей их известной в то время совокупности. Лишь впоследствии с помощью квантовой механики удалось вскрыть физическую основу периодической системы и включить в нее множество не только стабильных, но и нестабильных изотопов путем введения таких важнейших квантованных характеристик как энергия электрона на атомной оболочке, его орбитальный и магнитный момент, а также собственный механический момент (спин). Вся их совокупность согласно действующей для частиц с полущелым спином (в долях постоянной Планка \hbar) статистике Ферми позволяет электронам занимать не более чем поодиночке каждое такое состояние.

Преодолеть это ограничение неожиданным образом удалось лишь П. Л. Капице, открывшему в 1938 году уникальное явление сверхтекучести гелия при очень низких температурах. Это открытие было блестяще объяснено группой теоретиков (Дж. Бардин, Л. Купер, Дж. Шриффер, Н. Н. Боголюбов, 1957), которые разработали теорию формирования так наз. куперовских пар электронов, образующих при невозможности разрушить их тепловым движением как бы единые частицы с целым значением спина. А для такого сорта частиц начинает работать уже другая статистика — по Бозе и Эйнштейну, при которой отпадает запрет занимать любое энергетическое состояние поодиночке.

В биологии может идти речь о предсказании процессов образования новых видов растений и животных в процессе борьбы за существование с учетом негативных экологических факторов, а также о предсказании полного вымирания определенных биологических видов по мере достижения ими некоторой критически минимальной численности особей в популяции.

Уникальные методы химического воздействия на наследственность были в свое время разработаны в лаборатории И. А. Рапопорта по химическому супермутагенезу [18].

Кстати, в экологии, описывающей и взаимодействие человеческого общества с окружающей средой, и рост народонаселения, со временем появились весьма содержательные обзоры (см., в частности²²), которые предсказывают весьма мрачные перспективы, если не будут приняты очень решительные, хотя и непопулярные меры по ограничению и качественному изменению путей технологического прогресса.

Конечно, ничего общего с разного рода угрозами мирового апокалипсиса научные предсказания не имеют, как и с астрологическими прогнозами жизненных судеб людей только по положению звезд на небе в момент их рождения.

Эстетический фактор и его влияние на создание гипотез и теорий

Пожалуй, больше других на роль эстетики в ЕНЗ обратил внимание А.Б.Мигдал²³, который был не только крупным физиком, но и очень увлеченным скульптором. В какой-то мере эта мысль пересекается и с образом театра абсурда у Р.А.Аронова²⁴. Речь пойдет здесь, прежде всего, о склонности ученого в качестве основы для гипотез и теорий природных явлений использовать те или иные симметрии для упорядочения объектов природы или основных параметров теории. Начиная с физики, напомним как Дж.Максвелл пришел к системе уравнений электромагнитного поля, постулировав симметрию уравнений для потенциалов электрического и магнитного полей. На длинном и мучительном пути формирования теории сильных взаимодействий победу одержали М.Гелл-Манн и Г.Цвейг, которые в 1964 году рискнули навести порядок в обширном «зоопарке» элементарных частиц с сильным взаимодействием за счет гипотезы о субэлементарных частицах-кварках с очень необычным, дробным электрическим зарядом (в долях заряда электрона). И получилась в итоге симметрия, кратко обозначаемая как SU(3). Наконец, уже для всех прочих частиц с их слабым и электромагнитным взаимодействием появилась так наз. стандартная модель, содержащая в себе тройку лептонов вместе с их нейтрино и тройку кварковых пар.

Из области химии отметим историю с периодами элементов по Менделееву, усовершенствованную и расширенную в последние годы И.П.Селиновым²⁵.

И, наконец, о биологии. Необходимость систематики изрядного числа характеристик генетического аппарата живых организмов привела к очень изящной модели двойной спирали по Крику и Уот-

сону, составленной всего из четырех основных типов элементов (ДНК) и обеспечивающей при этом сочетание повторения (редупликации) с изменениями-мутациями в качестве основного механизма действия генетического аппарата.

Достаточно поучительны также рассуждения Н. В. Тимофеева-Ресовского о четырех основных уровнях биологической эволюции. Это — молекулярно-генетические структуры, клеточно-онтогенетическое развитие тканей и органов, статистические популяционные флуктуации (так наз. «волны жизни») и биогеоценозный уровень, определяющий собой распределение всей биосферы на весьма неравномерные, относительно изолированные участки типа экологических ниш. И все это автор рассматривал в качестве основы для будущего здания всей теоретической биологии.

Развитие новых технологий на базе ЕНЗ

Последним и на этот раз достаточным критерием достоверности ЕНЗ является основанная на нем возможность и необходимость создания новых технологий не только для производства все более широкого ассортимента материальных благ и удобств, но и для улучшения здоровья самого человека. А ведь очень многие люди, целикомверяющие свою судьбу воле Всевышнего, упорно забывают о том, что их современная жизнь была бы просто немыслима без нынешних жилищ с их отоплением, электроэнергией и холодильниками, без средств коммуникации на дальние расстояния, без многочисленных средств повышения плодородия почвы, без современных лекарств и не только хирургических вмешательств, но и с помощью лазеров в неполадки нашего организма, без книг, журналов и газет.

Но и здесь возникают три важных проблемы. Первая из них — это сомнение в достаточных темпах роста и общедоступности всех этих технологий в условиях непрерывно растущего народонаселения Земли.

Вторая проблема — ничуть не убывающая угроза массового истребления людей в ходе социальных, этнических и религиозных конфликтов.

Третья проблема — быстро нарастающее нанесение ущерба окружающей среде. Неизбежное воплощение значительной части результатов ЕНЗ в технический прогресс, как мы уже указывали по обширным данным, собранным в книге В. А. Лисичкина и др.²⁶, приводит к столь мощному давлению на окружающую нас среду (вклю-

чая ближний космос), что пора всерьез задуматься об экологических проблемах несмотря на обилие отвлекающих нас многих локальных социальных конфликтов.

Впрочем, эта тема волновала умы передовых ученых нашего века, начиная с В.И.Вернадского. Согласно Вернадскому, практически вся наружная оболочка Земли может рассматриваться как биосфера, ибо формирование не только почвы, но и огромного массива осадочных и горных пород обязано своим происхождением деятельности живых организмов, обладающих способностью избирательно накапливать целый ряд химических элементов.

Впоследствии быстрое развитие технологических процессов существенно изменило ситуацию путем резко возрастающего со временем отравления окружающей среды отходами разнообразных производств. А это означает необходимость расширения биосферных концепций до уровня осознанного (ноосферного) понимания проблем всей совокупности переплетающихся между собой геологических, биологических и технологических процессов.

Рассуждая о причинах обострения экологических проблем, П.Л.Капица отмечал²⁷, что его источниками являются: во-первых, непонимание того, что возможное возникновение мировой ядерной войны означало бы фактически прекращение жизни человека на всей планете, во-вторых, темпы развития технологических и в значительной мере демографических процессов носят экспоненциальный характер, а это может привести к взрывному кризису цивилизации, в-третьих, существовавшее до сих пор в природе биологическое равновесие уже перестает сохраняться.

Существенный фактор экологической опасности связан с гонкой вооружений, в том числе — ядерных, последствия которой маскируются военными ведомствами под завесой секретности, о чем свидетельствует, в частности, известное дело А.Никитина²⁸ о ядерном загрязнении российского Севера, выступления Мирзоянова о запасах химического оружия в России, а также обращение президента США о возможности серьезных терактов с массовым распылением опасных бактерий в ряде городов США.

Примечания

- ¹ Жданов Г.Б. Размышления о статусе физики в системе мировой культуры. М., 1996. С. 21.
- ² Спиноза Б. Краткий трактат о Боге, человеке и его счастье. СПб., 1997.
- ³ Амосов Н.М. Московские новости. 1998. № 17. С. 15.
- ⁴ Тропопольский А.Н. Метафизика, философия, теология, или сумма оснований духовности. М., 1996.
- ⁵ Фейнберг Е.Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке. М.: Наука, 1992.
- ⁶ Степин В.С. Эпоха перемен и сценарии будущего. М., 1996.
- ⁷ Powell C.F. Selected papers. North Holland, 1972. P. 414.
- ⁸ Жданов Г.Б. Вопросы философии. 1998.
- ⁹ Пиел Н. Энергия позитивного мышления. М., 1997.
- ¹⁰ Эйнштейн А. Физика и реальность. М., 1965. С. 62.
- ¹¹ Павленко А.Н. Вестник РАН. 1994. Т. 64, № 5. С. 409.
- ¹² Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Наука, 1987.
- ¹³ Жданов Г.Б. Вопросы философии. 1968. № 2. С. 46.
- ¹⁴ Manko V.I., Rosa L., Vitale P. Phys. Rev. 1998. A, Vol. 97. P. 3291.
- ¹⁵ Тимофеев-Ресовский В.Н., Иванов В.И., Корогодин В.И. Применение принципа попадания в радиобиологии. М.: Атомиздат, 1968.
- ¹⁶ Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическое моделирование в биофизике. М.: Наука, 1975.
- ¹⁷ Арнольд В.И. Природа. 1998. № 4. С. 3.
- ¹⁸ Шноль С.Э. Герои и злодеи российской науки. М.: Крон-Прогресс, 1997.
- ¹⁹ Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Вопросы философии. 1994. № 2. С. 110.
- ²⁰ Померанчук И.Я., Фейнберг Е.Л. ДАН СССР. 1993. Т. 93. С. 439.
- ²¹ Амосов Н.М. Московские новости. 1998. № 17. С. 25.
- ²² Лисичкин В.А., Шелепин Л.А., Боев Б.В. Закат цивилизации или движение к ноосфере. М.: ИЦ-Гарант, 1997.
- ²³ Мигдал А.Б. Вопросы философии. 1990. № 1. С. 5.
- ²⁴ Аронов Р.А. Вопросы философии. 1995. № 12.
- ²⁵ Селинов И.П. Строение и систематика атомных ядер. М.: Наука, 1990.
- ²⁶ Лисичкин В.А., Шелепин Л.А., Боев Б.В. Закат цивилизации или движение к ноосфере. М.: ИЦ-Гарант, 1997.
- ²⁷ Артемова Т. Независимая газета. 1998. 13 мая. С. 8.
- ²⁸ Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. М., 1974. С. 277.