

УДК 629.039.58

ДОСТОВЕРНЫЕ ЗНАНИЯ КАК КОНЦЕПЦИЯ ЭКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (ЧАСТЬ 1)

Анатолий Алексеевич Сперанский, вице-президент по науке и новым технологиям Российской инженерной академии

Юрий Александрович Галушкин, доктор физико-математических наук, почетный академик РАЕН, директор Института новых инженерных технологий Российской Инженерной Академии

Аннотация

В статье анализируется проблемная ситуация экотехнологической безопасности, требования к научному обеспечению системной безопасности, излагаются основные понятия и принципы системотехники достоверных знаний, методологические основы создания универсальных параметрических систем экотехнологического мониторинга. Статья состоит из двух частей. В журнале представлена первая часть.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: техногенная безопасность, прогнозирование и предупреждение катастроф, системотехнический подход к безопасности, методы экотехнологического мониторинга.

CREDIBLE KNOWLEDGE AS A CONCEPTION OF THE ECO-TECHNOLOGICAL MONITORING IN SUSTAINABLE INNOVATIVE DEVELOPMENT (PART 1)

Anatoliy Alekseevich Speranskiy, vice-president at science and new technologies of Russian Engineering Academy

Yuriy Aleksandrovich Galushkin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, honorable academician of Russian Academy of Natural Sciences, director of the Institute of new engineering technologies of Russian Engineering Academy

Abstract

The article provides an analysis of problematic situation of eco-technological security, demands to the scientific providing of a system security. It highlights basic notions and principles of credible knowledge and points out methodological basis of the creation of universal parametric systems of eco-technological monitoring. The article consists of two parts. Here is the first one.

KEYWORDS: technetronic security, prognostication and caution of catastrophes, systematic and technical approach to the security, methods of the eco-technological monitoring.

Экотехнологическая безопасность – проблемная ситуация

Общей причиной возникновения и увеличения количества экологических катастроф техногенного происхождения видится неразработанность концепции безопасного социально-экотехнологического развития территорий и, соответственно, оценки приемлемого для общества уровня риска всех видов потенциально возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Технологическая революция, которую часто называют «научно-техническим прогрессом», породила стремление к господству над природой в форме индустриализации производства с неумным безответственным потреблением энергетических и природных ресурсов, окончательно сформировала несбалансированную антропогенную среду обитания – техносферу. Она всё более конкурирует с природной средой, подчас подавляя и разрушая

естественные процессы самоорганизации динамического равновесия и причинно-следственные связи, обеспечивающие природный гомеостаз. За веком научно-технической революции объективно и стихийно последовал век техногенных катастроф. Критический характер развития конфликта между человеческой деятельностью и окружающей средой по ее приспособлению к общественным нуждам стал приводить к природным, экологическим, технологическим и социальным катастрофам. Общество стало заложником всеобщего системного кризиса, в основе которого **острый дефицит времени осмысления критических гомеостатических процессов**, приводящих к трагическим последствиям. Устранить дефицит времени для принятия адекватных управленческих решений и реализации эффективных мер предотвращения экотехнологических катастроф возможно только **на основе фундаментальных научных знаний, глубокого понимания физики причинно-следственных процессов** природно-технических систем (ПТС) и **достоверной информации** об этих процессах. Системный подход предполагает объективную исходную классификацию явлений, достоверное понимание физической сути природного синтеза и адекватного ему научного анализа гомеостаза.

Возможности техносферы России обеспечивать потребности общества в безопасной жизнедеятельности за последнее десятилетие значительно сократились. Существенное падение промышленного производства в отраслях, определяющих вектор научно-технического прогресса, порождает реальные возможности экотехнологического кризисов. Развал системы научно-технического сопровождения эксплуатации уникальных технических объектов также создает ряд новых угроз, связанных с их функционированием. Знаковые катастрофы первого десятилетия XXI века убедительно подтверждает это. Гибель подводной лодки «Курск», пожар на Останкинской телебашне, серия неудачных запусков ракет и космических аппаратов, саморазрушение аквапарков и складов боеприпасов – звенья одной цепи. Апофеозом стала Саяно-Шушенская трагедия - вторая за четверть века «Великая экотехнологическая катастрофа» на постсоветском пространстве. Она, без преувеличения, заставила содрогнуться всю Планету и с очевидностью свидетельствует о деградации системы управления, модернизации и технологического мониторинга (надзора) критически важных для жизнедеятельности человека объектов ПТС. В беспрецедентных технологических поражениях в очередной раз обнажены предкритические системные проблемы общества:

- а) фактически разрушена **технология научно-технического сопровождения стратегических системообразующих проектов** на всех стадиях жизненного цикла,

- включая инвестиционный замысел, проектирование, строительство, эксплуатацию, ремонт и реконструкцию объектов высокой техногенной опасности;
- b) невосполнимый экотехнологический ущерб обществу нанесён варварским управлением объектами антропогенной сферы некомпетентными менеджерами в интересах преступно-безответственных алчных нео«собственников», что справедливо квалифицировать как **управленческий терроризм**;
- c) рядовые «технические» решения в области техногенной безопасности свидетельствуют о том, что **инновационная стратегия государства** не стимулирует создание и практическое внедрение перспективных инструментальных средств достоверного прогноза, предупреждения и предотвращения массовых техногенных патологий стареющей российской техносферы;
- d) технические регламенты в качестве инструмента достижения, в том числе, техногенной, безопасности, как правило, отражают консервативно-прагматические коммерческие интересы корпораций и отраслей промышленности, во многом основаны на **устаревших ведомственных нормативах**, стандартах и инструкциях и, как правило, не содержат требований адекватного природному синтезу достоверного анализа текущего эксплуатационного состояния ПТС;
- e) системы мониторинга всех уровней, включая Федеральный, не предусматривают **объектный метрологический контроль текущего состояния эксплуатационной прочности** критически важных и потенциально опасных ПТС инфраструктуры РФ.

Очевидно, что конкретные руководители, как в системе законодательной, так и в системе исполнительной, в том числе региональной, власти не всегда морально и психологически готовы смириться с тем обстоятельством, что техногенная безопасность требует финансовых вложений в предотвращение трагедий и не приносит ощутимой коммерческой сиюминутной выгоды ни в общественном, ни в личном плане. Проблема многогранная и имеет, помимо экономического, явно выраженные социальный, моральный и политический аспекты. Последние трагедии техногенного характера приоткрыли завесу «государственной» тайны о цене безответственности и некомпетентности - это десятки миллиардов рублей из государственной казны и сотни человеческих жизней российских граждан, потерянных и искалеченных. В этом и проявляется аморальность и социальная безответственность перед обществом конкретных руководителей бизнеса и власти, независимо от их уровня и прошлых заслуг. К сожалению, основные надежды сейчас

возлагаются на поддерживаемый любой ценой «рациональный» экономический и технологический прогресс, что порождает риск возникновения новых экологических катастроф. А изменение приоритетов с хозяйственных на морально-нравственные предполагается в документах по устойчивому развитию страны лишь в долгосрочной перспективе. При этом, следует учитывать также, что Россия, обладая достаточными пока территориальными и природными ресурсами и будучи страной этнической культуры, содержащей в себе элементы «экофильного мировоззрения», социально не мотивирована к устойчивому развитию, исключаяющему возникновение социально-экологических катастроф.

Отсутствие структурной экономической и технологической политики ведет к ускорению отставания в большинстве ключевых отраслей промышленности, **отсутствие инновационной политики – к утрате научно-технологического потенциала, интеллектуальной собственности, корпуса инженерно-технических кадров, способных к инновационной активности** – важнейших ресурсов будущего развития. Отсутствие технологической стратегии приводит к парадоксальной ситуации – в то время как развитые страны концентрируют ресурсы на развитии отраслей, определяющих постиндустриальный технологический уклад, в нашей стране главные усилия уходят в поддержание индустриального уклада, в удерживание «аутсайдерских» технологических ниш. Информационные технологии и другие отрасли «новой экономики» в России не находят должной поддержки и развиваются крайне замедленно. То же относится к новым поколениям энергоресурсосберегающих технологий безопасности. Это, в свою очередь, грозит кризисом и ростом рисков в среднесрочной перспективе и катастрофой в долгосрочной. Поэтому власть сформулировала главный национальный приоритет в виде глобальной стратегической цели: **снижение рисков воздействия на среду обитания факторов техногенного и природного характера, минимизация ущерба от кризисных ситуаций для населения и инфраструктуры РФ.**

Для достижения цели в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации» создается целостная государственная система контроля техногенного состояния среды обитания и обеспечения безопасной жизнедеятельности населения. Единая государственная политика в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера реализуют Национальная система противодействия кризисным явлениям «Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных

ситуаций» и Федеральная система мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов (ФСМ КВО и ОГ).

Эффективность управления рисками экотехнологических ЧС может быть существенно повышена путем разработки и повсеместного применения современных наукоемких программно-аппаратных объектно-ориентированных инструментальных средств, соответствующих сложности поставленной проблемы.

Научное обеспечение системной безопасности

В бытность Президентом РФ В.В.Путин поставил перед российским научным сообществом две задачи в качестве ключевых. Первая – поиск и научное обоснование путей перехода экономики страны на **инновационный путь развития** и связана с выбором исторической перспективы. Вторая – экспертиза государственных решений, прогноз и предупреждение ЧС и нестабильностей в техногенной и природной сферах на основе **научного мониторинга**, предполагающая системную организацию и концентрацию необходимых информационных потоков для достоверной наблюдаемости и эффективной оценки управленческих решений.

Сегодня весь груз ответственности государства за ликвидацию последствий экотехнологических катастроф возложен на МЧС России. Но расширяющийся системный кризис в области техногенной безопасности имеет такое множество объективных и субъективных причин, что никакие героические усилия и мощные финансовые вливания в обеспечение успешной работы МЧС не могут снять остроту проблемы в целом. Требуется системный профессиональный и ответственный регламентированный подход на всех предшествующих ЧС этапах жизненного цикла ПТС: реконструкции, ремонта, эксплуатации, научно-технического сопровождения, надзора, испытаний, производства работ, моделирования, проектирования и экспертизы-обоснования целесообразности принятия инвестиционных решений. До недавнего времени усилия многих стран были направлены только на ликвидацию последствий катастроф, однако необратимый рост числа катастрофических событий в мире и связанного с ними ущерба делает эти усилия все менее эффективными и выдвигает в качестве приоритетной новую задачу: **прогнозирование и предупреждение катастроф**.

Знаковые катастрофы последних лет демонстрируют, что традиционно сложившиеся консервативные решения влекут за собой длинную цепочку причин и следствий, приводящую к непредсказуемым трагическим последствиям и огромным потерям. Выход из кризиса **требует иного уровня мониторинга** и механизмов управления рисками.

Необходимо анализировать и прогнозировать возможные аварийные ситуации на объектах ПТС в более широком системном контексте **на основе понимания не только фундаментальных свойств и законов природы, но с учетом новых междисциплинарных знаний и инновационных научно обоснованных и экспериментально подтвержденных технологических решений.**

Используя научно-технологический задел советских времен, Россия постепенно и целенаправленно вытесняется с ряда мировых рынков высокотехнологичной продукции. Утрата макротехнологий создает основу для будущего кризиса, для выстраивания вокруг России «технологического занавеса». Проблема настолько значима, что ее решение, по заявлениям Руководства, приобрело **приоритетное политическое значение для будущего развития страны в составе мирового сообщества.** Проблема организации научного мониторинга, стратегического управления рисками, прогноза и предупреждения кризисных явлений может стать национальной сверхзадачей. «По масштабу и важности для страны она **сравнима с разработкой стратегических вооружений и космическими программами,** от которых в своё время зависело будущее великих держав. В координации научных исследований, в их системном синтезе и экспертном анализе ключевую роль должны играть компьютерное моделирование, прогноз, **анализ метрологических потоков на базе новых информационных технологий** и организаций, которые берутся за этот круг проблем».

Сформировалось устойчивое экспертное мнение, что участвовавшие ЧС на объектах жизнеобеспечения и массового присутствия людей свидетельствуют о том, что, помимо проблем экономического, политического, управленческого, мотивационного и морального характера, **общество не располагает эффективными инструментами наблюдения, предвидения и предотвращения критических состояний** промышленных, природно-технических и общественных объектов повышенной техногенной опасности.

Системотехника достоверных знаний

Анализ направлений развития технологий безопасности показывает, что на фоне успешно продвинутых глобальных интегрированных систем сбора, передачи, обработки и анализа информации отсутствует центральный и важнейший элемент системного информационного подхода – **достоверный мониторинг связанных диагностических параметров внутриобъектовых физических явлений и процессов.** При этом, объем знаний и подтверждающая их содержание информация, необходимая для серьезной научной поддержки принимаемых решений, непрерывно меняется. Единственным выходом в

сложившейся ситуации является **создание систем научного мониторинга** с привлечением ведущих ученых научных и отраслевых коллективов для обработки и анализа имеющейся информации, обеспечение необходимых информационных потоков и использование адекватных задачам источников и методик. В условиях глубокого системного кризиса такие чрезвычайные меры в информационной сфере представляются оправданными и даже эффективными в смысле существенной экономии бюджетных средств. Отправной точкой научного системного подхода является понимание того, что результатом жизнедеятельности Человека является преобразованная Природа или ПТС (табл. 1). В процессе этой деятельности антропогенные и природные компоненты ПТС, взаимодействуя друг с другом, находятся в состоянии гомеостатического равновесия [6].

Таблица 1. Взаимодействие компонентов Природно-технических систем (ПТС)

антропогенные сферы		А Гомеостаз Э – динамическое равновесие системы с циклическим воспроизводством основных структур и функций за счет обмена энергией, информацией и веществом с окружающей средой		природные сферы
			био-	
	техно-		гидро-	
	социо-		лито-	
	эго-		газо-	
			космо-	
Гомеостаз является необходимым условием устойчивого существования и развития любых открытых диссипативных систем геокосмического и экосистемного рядов от атома до космоса и от клетки до экосистем.				

Задача состоит в том, чтобы не допустить опасных необратимых нарушений этого равновесия вследствие выхода за пороговый уровень ключевых параметров состояния взаимодействующих компонентов системы. Методологически это обуславливает необходимость единого системного подхода к выработке и реализации инженерных решений, специфических для объектов различного функционального назначения.

Основной целью инженерно-строительной деятельности является формирование и обустройство среды обитания и жизнедеятельности Человека, обеспечивающее безопасное взаимодействие его с Природой и Обществом. Необходимое и достаточное разнообразие и полноту информации для принятия управленческих решений можно установить на основе фундаментального положения теории систем – размер любой системы должен соответствовать ее функциям. Отсюда следует основной принцип пространственно-временного квантования (декомпозиции) систем – контрольные поверхности системы должны определять область ее гомеостаза. Соответственно, иерархия пространственно-

структурных уровней ПТС, как объектов созидательной деятельности (управления) Человека при его взаимодействии с Природой, представлена в таблице 2.

Таблица 2. Пространственно-временные уровни взаимодействия Человека с Природой

Размер любой системы должен соответствовать ее функциям - фундаментальное положение теории систем устанавливает необходимое и достаточное разнообразие и полноту информации для принятия управленческих решений				
системно-иерархические уровни декомпозиции	метрика пространства	циклы воспроизводства	предпосылки состояния	модель исследуемой системы обуславливает и предопределяет выбор методов и средств измерений
атомно-молекулярный	$10^{-16} \div 10^{-5}$ м	$10^{-12} \div 10^{-6}$ с	внутренние отклики	
первично-системный (локальный)	$10^{-5} \div 10^{-1}$ м			
организменно-групповой (элементный)	$10^{-1} \div 10^2$ м	$10^{-6} \div 10^{10}$ с	Ç	
ассоционный (объектный)	$10^0 \div 10^4$ м		Ç	
блоково-экосистемный (объектно-региональный)	$10^3 \div 10^6$ м		Ç	
планетарный	$10^6 \div 10^9$ м	$> 10^4 \div 10^{28}$ с	Ç внешние воздействия	
космический	$> 10^{10} \div 10^{28}$ м		Ç я	
соизмеримость характерных уровней квантования пространственных и временных параметров дает максимальную информативность и эффективность измерительной системы				

Системотехника инженерных решений для техносферных компонентов ПТС в целом и их подсистем базируется на рассмотрении любого объекта в трех аспектах: структурно-иерархическом, диалектическом и кибернетическом.

Согласно принципу системности, управление состоит из процедур поэтапного направляемого достижения генеральной цели. Этапность отражает стадийность жизненных циклов ПТС и изменчивость (эволюцию) целей управления по стадиям жизненного цикла. На каждой из стадий жизненного цикла управление осуществляется как самостоятельный процесс достижения целей соответствующего уровня иерархии - федеральный, региональный или локальный уровни иерархии систем управления. Для верхних уровней иерархии ПТС такой целью является обеспечение основного права Человека – права на жизнь, как интегральной формы обеспечения социальной безопасности.

Причинно-следственные характеристики ПТС, как проявление действия закона перехода количественных изменений в качественные, подразделяют на циклические и трендовые (односторонне направленные). Вкупе с параметрами триединых потоков информации, вещества и энергии, соотношение между которыми определяется законами внутреннего динамического равновесия систем, они раскрывают общий механизм развития - динамику эволюции ПТС. Проходя по иерархии ПТС снизу вверх и интегрируясь в

направлении от нижних локальных уровней к верхним глобальным, эти потоки предопределяют необратимость качественных изменений (закон необратимости эволюции) (рис. 1).

Аспекты рассмотрения					
Структурно-иерархический		Диалектический		Кибернетический	
в основе определения пространственно-временных границ области существования и построения декомпозиционный анализ моделей ПТС с выделением структурных и функциональных подсистем и определением основных взаимодействующих компонент		рассмотрение ПТС в естественно-историческом диа/техногенезе на всех стадиях жизненного цикла: инвестиционный замысел, проектирование, строительство (производство), эксплуатация, реконструкция и утилизация (рециклирование) после исчерпания ресурса или выполнения целевых задач объектами техносферной компоненты ПТС		рассмотрение многокомпонентной, многоуровневой, иерархически организованной и диалектически развивающейся ПТС и её структурно-функциональных подсистем в качестве объекта автоматизированного управления	
				Е	
				управление на каждой стадии жизненного цикла осуществляется как процесс достижения целей соответствующего уровня иерархии; целью верхних уровней иерархии ПТС является <i>обеспечение основного права Человека – права на жизнь</i>, как интегральной формы обеспечения социальной безопасности	
<i>микро-</i>	<i>мини-</i>	<i>мезо-</i>	<i>макро-</i>	<i>мега-</i>	
уровни пространственной организации					

Рис. 1. Системотехника инженерных решений для техносферной компоненты ПТС

Состояние системы определенного уровня оценивается из предпосылки, что ее взаимодействие с системами более высоких иерархических уровней реализуется в виде потоков потенциальных и массовых сил через поверхности, ограничивающие исследуемую систему (внешняя задача), а взаимодействие с системами более низких иерархических уровней выражается в виде их реакции (отклика) на внешние воздействия в форме изменения соотношений между параметрами механического, термодинамического, экологического или

социального равновесия (внутренняя задача). Соответственно, при исследовании систем различают два типа измерений: внешняя задача – определение параметров потенциальных и массовых сил на границах (контрольных поверхностях) системы и внутренняя задача – определение параметров равновесного состояния системы.

Рисунок 1 отражает системное взаимодействие фундаментальных законов и принципов механики с обобщенными законами прочности. В ней показана причинно-следственная связь кинетической энергии воздействия внешних сил и моментов от сил через напряженно-деформированные состояния с потенциальной энергией внутренних сил и моментов. Спектр поверхностных и массовых волновых механических колебаний является физическим проявлением динамики природных энергетических процессов. Достоверность измерения диагностических параметров и составляет основу адекватных знаний о гомеостатическом состоянии объекта мониторинга или исследования. Помимо объективных измерений, необходимо организовать адекватно природным закономерностям программно-аппаратную декомпозицию результатов пространственно-временного мониторинга. При этом понятно, что определить (измерить, вычислить) параметры состояния и внешних воздействий на ПТС можно только в пределах, ограниченных моделью исследуемой системы, которая обуславливает и предопределяет выбор методов и средств измерений динамической последовательности сигналов. **Информативность** измерений максимальна, если пространственные и временные параметры измерительной системы соизмеримы.

Общая цель измерений – **идентификация** модели системы или определение коэффициентов передаточных функций. Адекватно идентифицированные модели позволяют объективно оценивать и предвидеть ближайшие и отдаленные последствия управляющих воздействий. Основным методологическим принципом экспериментальных исследований является имитация реального процесса нагружения и регистрации реакции системы на это воздействие. Распространенные прямые методы связаны с разрушением объекта или его фрагмента. Косвенные, неразрушающие методы измерений, основанные на применении различных параметров физических полей, более экономичны. Для исследования потенциальных сил применяются механические и электромагнитные волновые методы. Области их эффективного применения соответствуют характерным уровням квантования пространства и времени, представленным в таблице.

Энергетическое воздействие волн измерений на ПТС не должно приводить к изменениям ее структуры, то есть должны быть безопасными для функционирования системы.

Изложенный системотехнический подход составляет методологическую основу создания универсальных параметрических систем объектной волновой томографии на базе инновационного способа векторно-фазовой спектральной пространственно-временной реконструкции полевых параметров для задач диагностирования, наладки, эксплуатационного мониторинга, экспертизы и сертификации различных уровней с определением в реальном времени текущего ресурса конструкционной прочности объектов ПТС.

Литература

1. Большаков, Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. – М.: РАЕН, 2011.
2. Воробьев, Ю.Л. Кризисы современной России и система научного мониторинга. – М., 2006.
3. Воробьев, Ю.Л. Основные направления государственной стратегии управления рисками на пороге XXI века//Безопасность Евразии: вып. №2, 2001. – с. 526 – 544.
4. Кузнецов, О.Л., Кузнецов, П.Г., Большаков, Б.Е. Система природа-общество-человек: устойчивое развитие. – М.: Ноосфера, 2000. – 403 с.
5. Лийв, Э.Х. Инфодинамика. Обобщённая энтропия и негэнтропия. – Таллинн, 1998.
6. Цернант, А.А. Экосистемные основы безопасности инженерно-строительной деятельности//Транспорт: наука, техника, управление: вып. №9. – М.: РАН, 2005. с. 7 – 12.
7. Цернант, А.А. Сперанский, А.А. Векторный вибромониторинг – инструмент объектной волновой томографии в строительстве//БСТ: вып. №12, 2006. – с. 52 – 64.
8. Zhilin, P.A. A New Approach to the Analysis of Free Rotations of Rigid Bodies//ZAMM Z. Mech: 4(76), 1996.