

УДК 355.42:355.488

**КИБЕРНЕТИКА ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ:
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ ВЕДЕНИЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ**

Доктор техн. наук Р.А. Дурнев
ФГБУ РАРАН

Доктор техн. наук Ф.М. Дедученко
ООО "МА Космические технологии"

И.В. Жданенко
ФГБУ ВНИИ ГОЧС

В настоящее время вероятность провоцирования потенциальным противником в ходе военных действий техногенных катастроф на промышленных предприятиях и энергетических объектах, приводящих к жертвам среди мирного населения и серьезному ущербу экономике, в значительной степени повышается. Рассмотрена симптоматика возникновения подобных катастроф, и предложен комплекс мер по их предотвращению.

Ключевые слова: кибернетические войны, большая сложная система, злонамеренное информационное воздействие, точка бифуркации, рабочий режим, критический режим.

**CYBERNETICS OF MAN-MADE DISASTERS:
PROMISING FORMS OF WARFARE**

Dr. (Tech.) R. Durnev, Dr. (Tech.) F.M. Deduchenko,
I. Zhdanenko

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies

Currently, the probability of provoking a potential enemy in the course of military operations of man-made disasters in industrial enterprises and energy facilities, leading to civilian casualties and serious damage to the economy, is greatly increased. The symptoms of such disasters are considered and a set of measures to prevent them is proposed.

Keywords: cybernetic wars, large complex system, malicious information impact, bifurcation point, operating mode, critical mode.

В последнее время много говорится об информационных войнах, роли искусственного интеллекта в военном деле, кибернетических формах ведения боевых действий. Все это, безусловно, актуально в наш информационный век, характеризующийся беспредельным увеличением потоков сведений, данных, знаний, сопровождающих всю жизнедеятельность. Но, несмотря на смелые чаяния трансгуманистов [1], тело наше еще не стало "нейроморфным имплантом", а сознание ещё пока не оцифровано и не перенесено на небиологические носители. Поэтому, наряду с генерацией информации, так важна для человека еще и генерация вещества и энергии для удовлетворения различных потребностей, пока ещё, в основном, материальных. И не смотря на то, что вся мировая экономика, промышленность, сфера сельского хозяйства сверх компьютеризированы, автоматизированы и даже интеллектуализированы, выходом такой деятельности являются вполне реальные "формы существования материи, данной нам в ощущениях" - орудия производ-

ства, системы вооружения, предметы потребления и продукты питания. Поэтому уничтожение или повреждение таких генераторов материи (предприятий, фабрик и заводов, транспортных систем и т.п.) будет еще долгое время являться основой достижения успеха в вооруженном противостоянии.

В этой связи уже много лет (наверное, ещё до Клаузевица) говорится о том, что существенно возрастает зависимость вооруженных сил воюющих государств от их экономических возможностей, намного в большей степени, чем от поражения их противником. И если, например, высокоточными средствами будет полностью выведена из строя экономика и важнейшие объекты противника, то его вооруженные силы сами потеряют боеспособность и развалятся [2].

Прямой путь нанесения ударов по экономическим объектам применяется давно и стал в какой-то мере хрестоматийным, каноничным. Однако, несмотря на повышение дальности, точности и огневой мощи современного оружия вывести из строя большинство объектов экономики не всегда возможно из-за их значительного количества, территориальной распределенности, рассредоточения элементов по площади и даже объему (например, в подземных и околоземных пространствах). Даже уничтожение критических компонентов не всегда способствует успеху вооруженного воздействия в связи с их резервированием, дублированием, возможностью мгновенной передачи функций, заблаговременной эвакуацией, инженерно-технической защитой. И в этом случае затраты на уничтожение или нарушение функционирования такого объекта могут значительно превысить меру его полезности для противной стороны, что в какой-то мере обесмыслит такое прямое огневое воздействие.

Помочь преодолеть указанные трудности могут всё те же информационные технологии и не только в виде непосредственного хакинга (способности проникать в систему и повреждать ее) или спуфинга (способности изменять поведение системы) в отношении автоматизированных систем управления объектами, но и информационным воздействием на сами алгоритмы материального производства, реализованные в виде технологических и производственных процессов, а также соответствующей структуры объекта.

Объяснение принципиальной возможности такого способа воздействия на объекты экономики удобнее выполнить подойдя с другой стороны - с точки зрения предупреждения техногенных катастроф.

Уже является очевидным экспоненциальный рост в мире в последние 35 лет числа техногенных катастроф, признанный ООН эпидемией с выраженной неспособностью общества остановить ее развитие [3]. Существуют прогнозы того, что к середине 21 века впервые в мировой истории рост глобального валового продукта может быть остановлен именно из-за техногенных катастроф.

При этом следует отметить, что несмотря на осознание опасности четкая её идентификация в настоящее время отсутствует. Так, нормативное понятие техногенной катастрофы базируется только на очевидных объектах воздействия и масштабах причиненного ущерба. Например, в национальных стандартах¹ катастрофа определена как крупная промышленная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей либо разрушения и уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей среде. Данное определение, важное во всех процедурах констатации состоявшихся катастроф, проведения по ним экспертных исследований, принятия решений и т.п., совершенно не приемлемо с точки зрения раннего обнаружения и тем более парирования разви-

¹ГОСТ Р 22.0.05-94 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения". ГОСТ 22.0.05-97 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения".

тия катастроф. По данному определению даже грань между «средняя и крупная авария» и «катастрофа» не различима.

Для того, чтобы дать конструктивное определение техногенной катастрофы, необходимо вначале определиться с категорией "система" и производными от него и выделить отличительные признаки аварий и катастроф.

Попытки дать определение понятию "системы" предпринимаются уже почти столетие и до сих пор еще можно встретить их оригинальные образцы. Для наших целей достаточно понять, что система - это множество обособленных от внешней среды элементов, взаимодействующих между собой и внешней средой, как единое целое. Обособленных с той точки зрения, что связь между этими элементами сильнее (объективно или субъективно, для удобства исследований) связи с объектами внешней среды. К сложным относят системы с иерархической структурой, нелинейным характером динамического взаимодействия и объединения элементов в единое целое. Иногда говорят о том, что система является сложной, если модель этой системы не дает о ней требуемых знаний. Судя по отсутствию адекватных моделей и непрекращающимся масштабным техногенным происшествиям – большинство из них происходит именно в сложных системах. А большая система – это система, у которой число состояний, определяемых состояниями элементов и взаимосвязями между ними, велико или несчетно. С учетом этого любой объект экономики является большой сложной системой (БСС).

Так вот, катастрофы - это "фамильное" свойство БСС, а аварии - их элементов. При аварии речь идет об отказе, нарушении работоспособности отдельных элементов системы, а при катастрофе – о нарушении связи между этими элементами. Это основной существенный признак отличия двух этих явлений. Поэтому можно определить, что аварии - это локальные происшествия, а катастрофы - системные. При этом возникновение аварии в большинстве случаев не ведет к возникновению катастрофы, ведь определяющим в развитии катастроф является прогрессирующее конструктивное и технологическое усложнение вновь создаваемых промышленных объектов.

Однако определить вышеуказанный признак в явном виде достаточно сложно, поэтому нужно говорить о непрямых признаках отличий. Так, частота аварий прямо связана с наработкой оборудования, а катастрофы могут происходить на вышедших из капитального ремонта и даже новых объектах. Пример этому - катастрофа на Каширской ГРЭС-4 в 2002 году. На ней через 10 дней после капитального ремонта при запуске взорвался энергоблок 300 мВт с полным уничтожением машинного зала. Другим ярким прецедентом является "авария" на «Саяно-Шушенской ГЭС имени П.С. Непорожного», произошедшая на "почти новой", из-за долгого ввода в строй, гидроэлектростанции [4].

Скорость развития аварий относительно высока, а катастрофы могут развиваться более длительное время, достаточное для их упреждения автоматизированными средствами и даже подготовленными операторами. Причинные факторы аварий, как правило, единичные, а катастроф – множественные, ни один из которых в отдельности решающей роли не играет (хотя при расследовании их причин из всего этого множества в подавляющем большинстве случаев превалирует «человеческий фактор»). Последнее равнозначно утверждению о том, что как таковых причин развития катастроф в общепринятом смысле не существует и в отношении катастрофы следует говорить не о причине ее развития, а о работающих по принципу эффекта домино причинно-следственных цепочках, запускаемых, как правило, неподконтрольными до настоящего времени спусковыми механизмами с малой энергетикой. Понятно, что для срабатывания такой многозвенной цепочки, запускающей развитие катастрофы, требуется куда большее времени, чем для срабатывания характерных для обычных аварий ее одиночных звеньев.

Следует отметить и то, что типового сценария развития аварии не существует, каждая авария индивидуальна. Поэтому до сих пор отсутствуют работоспособные методы их изучения. Они основываются на «риск-ориентированном» походе, который малочувствителен к изменениям норм безопасности и направлена преодолению фобий опасных техногенных происшествий. И если в его основу положена теория надежности, то он не корректен в связи с тем, что в основе этой теории лежит понятие случайного времени между соседними отказами. Это не имеет аналогий в «сфере аварий», т.к. срок между двумя соседними уникальными авариями стремится к бесконечности. Аналогично, не вполне адекватен и подход на основе теории вероятности, т.к. она изучает массовые однородные явления. Сами аварии в виду своей редкости и уникальности не удовлетворяют предпосылке о воспроизводимости, повторяемости одинаковых опытов (аварий).

Есть определенные недостатки и в регламентации норм безопасности. Когда происходит авария, выполняется идентификация её причин, их анализ и изменение правил безопасности таким образом, чтобы не допустить возникновение таких причин. Однако на данные причины влияет бесчисленное количество динамичных факторов, формирующих по новому «лицо» аварии. В этой связи многие из введенных норм безопасности «не работают» для следующей аварии и в результате это приводит к экспоненциальному увеличению требований безопасности, количества нормативных актов, надзорных мероприятий и т.п.

Но катастрофы, в отличие от аварий, имеют общие черты и поэтому существуют типовые сценарии их развития. Это дает серьезные преимущества для их прогнозирования, предупреждения, минимизации последствий, а для целей нашей статьи, наоборот - для их провоцирования и максимизации ущерба. При этом следует отметить то, сам ущерб от техногенных катастроф на 3-4 порядка выше ущерба от аварий.

В связи с такими отличиями вполне понятна бесперспективность предупреждения катастроф на основе редуccionистского подхода (сведения сложного к простому) - используя традиционные методы и технические средства диагностирования и аварийной защиты, ориентированные на обеспечение безопасности исключительно локальных элементов БСС. Из множества предпринимавшихся такого рода безуспешных и очень затратных попыток, наиболее масштабной можно назвать разработку системы безопасности кораблей ВМС США фирмой MacSea [5], в ходе внедрения которой еще раз было подтверждено тот очевидный факт, что безопасность БСС не определяется безопасностью её элементов.

Подводя к понятию техногенной катастрофы следует еще уточнить то, что уже давно существует математическое определение понятия катастрофы в БСС как эффекта потери системой ее структурной (глобальной) устойчивости [6-9]. При этом, чем в большей степени БСС структурно связана, тем более выраженной оказывается зависимость ее состояния от характера взаимного расположения и механизма коллективного взаимодействия ее элементов, а не от их индивидуальных свойств и состояний.

С учетом сказанного можно определить, что техногенная катастрофа - это процесс потери структурной устойчивости сложной социо-технической системы, связанный с нарушением нормального (штатного) взаимодействия её элементов, возникающий при преднамеренном или непреднамеренном изменении режимов функционирования системы и приводящий к людским потерям и масштабному материальному ущербу.

В соответствии с этим определением многие из техногенных эксцессов, признанные в ходе технических расследований авариями с причиной в виде пресловутого человеческого фактора, на самом деле являются катастрофами. К ним, например, можно отнести события, связанные с нарушением функционирования (повреждениями, разрушениями и т.п.) Каширской (2002 г.) и Нижневартовской ГРЭС (2003 г.), гелиевого завода в Оренбургской области (2004), подстанции Чагино в Москве (2005), канализационно-насосной

станции в г. Красногорске (2006), Сургутской ГРЭС-2 (2008), системе энергоснабжения С.-Петербурга (2010) и многие другие².

Достаточно показателен в этом отношении акт технического расследования причин "аварии", произошедшей 17 августа 2009 года в филиале ОАО «РусГидро» - «Саяно-Шушенской ГЭС имени П.С. Непорожного», в котором сказано, что «...вследствие многократного возникновения дополнительных нагрузок переменного характера на гидроагрегат, связанных с переходами через не рекомендованную зону, образовались и развились усталостные повреждения узлов крепления гидроагрегата, в том числе крышки турбины. Вызванные динамическими нагрузками разрушения шпилек привели к срыву крышки турбины и разгерметизации водоподводящего тракта гидроагрегата...» [4]. Эта «не рекомендованная зона» (не запрещенная, не опасная, не критичная, а именно – не рекомендованная) – наверное, интуитивно осознанное экспертами (основной язык которых – язык локальных «аварий», язык «отказов оборудования» и «человеческого фактора») область нарушения системных связей.

Ещё более показателен пример опасного выхода на критический режим работы промысла нефтегазового комплекса (ПНГК) ООО «Газпром добыча Ямбург» в 2006 г. при натурных испытаниях опытного образца системы противодействия развитию катастроф в цехе подготовки газа [3]. В ходе проведения по одной и той же программе девятого по порядку испытания (при восьми предыдущих без замечаний) в ходе дросселирования на режимах от 22 до 18% произошло не зафиксированное штатными средствами диагностирования самопроизвольное возбуждение нарастающей динамической активности агрегатов и входной и выходной трубных обвязок цеха. Ситуацию удалось стабилизировать вручную (автоматика для такого рода регулировок в цехе не предусмотрена) благодаря получаемым и визуализированным данным обработок в реальном времени, своевременной реакции оператора на возрастающий шум и голосовое сообщение по селектору о такой же ЧС на дожимной компрессорной станции при достаточном запасе времени (в целом около 90 сек). После инцидента был проведен анализ ситуации в целом по промыслу, который позволил идентифицировать физический механизм активизации динамической активности как эффект приближения промысла к критическому режиму с потенциально возможным развитием катастрофы. Также удалось установить симптоматику и медленный характер ее развития, отработать методику выбора доказательно информативных конфигураций систем измерения параметров ПНГК и т.п. Важно и то, что постфактум удалось экспериментально подтвердить предвиденное теорией (см., например, [9]) существование типового сценария развития техногенных катастроф, а также то, что катастрофу на техногенном объекте можно не только предупреждать, но и вызывать.)

Основой для изучения катастроф, т.е. внезапных, скачкообразных изменений поведения системы при незначительных плавных изменениях её управляющих параметров, является одноименная теория катастроф, родившаяся на стыке топологии и математического анализа и основанная на теории особенностей гладких отображений Х.Уитни и теории устойчивости и бифуркации динамических систем А. Пуанкаре, А. Ляпунова и А. Андронова. Она является мощным аппаратом для точных наук - гидромеханики, термодинамики, строительной механики, геометрической и волновой оптики, но также может успешно применяться и в социальных и даже гуманитарных системах [10].

²Дурнев Р.А. Предупреждение техногенных чрезвычайных ситуаций: перспективы развития Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Доклад на конференции «Актуальные проблемы обеспечения комплексной безопасности и защищенности критически важных объектов» в рамках Международного форума «Технологии безопасности». Москва, МВЦ «Крокус-ЭКСПО», 9.02.2017.

Не описывая глубоко математические и прикладные основы данной теории (см., например [9,11]) можно отметить, что изучение систем возможно с помощью моделирования с использованием совокупности уравнений различной природы. Однако решения данной совокупности уравнений могут быть крайне сложны, поэтому для практики часто достаточно исследовать так называемые фазовые портреты поведения систем с применением релевантных параметров (параметров порядка, степеней свободы) [12]. Такими параметрами, например, для термостата является температура, а для маятника - его скорость и положение. Идея фазового портрета сводится к созданию абстрактного пространства с количеством измерений, совпадающем с числом свобод моделируемой системы (одно и два для вышеприведенных примеров). В таком фазовом пространстве состояние системы в любой момент времени представляется определенной точкой - на линии для термостата или плоскости для маятника. Поведение системы во времени представляет траектория, прочерчиваемая при движении точки в фазовом пространстве.

Такие фазовые портреты помогают выработать качественные и количественные представления о характеристиках, проявляемых в долгосрочных тенденциях поведения системы. В частности в фазовом пространстве существуют места, которые "притягивают" все близко проходящие траектории к себе (аттракторы) или "отталкивают" их (репеллеры). Аттракторы и репеллеры в фазовом пространстве отображают долгосрочные тенденции системы, к которым её поведение вероятно придет через какое-то время.

В фазовом пространстве есть также события, в которых аттрактор одного типа (например, точка) превращается в другой (например, круг). Эти события именуются бифуркациями и при них система, стремившаяся в сторону точки равновесия, внезапно начинает колебаться между различными аттракторами. Такой переход и представляет собой катастрофу, т.е. мгновенное изменение состояния системы.

В соответствии с теорией катастроф общность основных закономерностей, определяющих поведение БСС самой разной природы, допускает лишь небольшое число структурных перестроек в ней, самосогласованных с поведением их элементов. Следствием этого стало ожидание существования «универсального сценария возникновения катастроф», как результата раскрытия структурной неустойчивости. Так для класса БСС с двумя управляющими параметрами и не более пяти фазовых координат математически было доказано существование всего семи типов канонических катастроф, однотипных с технической точки зрения [13].

Практическое использование теории катастроф позволило установить, что сами катастрофы возможны только в сложных системах в связи с наличием в них критических режимов. И, если точка в фазовом пространстве БСС войдет в малую окрестность одного из ее критических режимов, то динамические взаимосвязи элементов в БСС претерпят нарушения, сама система станет структурно неустойчивой и в ней запустится процесс развития системной аварии.

При этом устранить опасность в БСС невозможно, возможен только уход от опасности. Следует также отметить, что установившиеся режимы работы системы неинформативны в отношении развития катастроф. Риски развития катастроф резко возрастают при вводе системы в эксплуатацию, выходе системы из ремонта (особенно капитального), смене ее обслуживающего персонала, т.е. при неустоявшимся, переходном режиме.

Это связано с тем, что структурное усложнение технической системы, как известно, сопровождается непропорциональным ростом в ее пространстве мега-уровня числа потенциально опасных критических режимов (точек бифуркации). В них и реализуется структурная неустойчивость, приводящая к качественной перестройке поведения БСС. На количество, дислокацию и миграцию точек бифуркации влияют многие факторы - исходные проектные решения по системе, ее естественный износ, переключки режимов,

ремонт оборудования и т.п. При этом до настоящего времени в мировой практике практически не предложено ни методических, ни технических средств их определения. Говоря образно, «нормальная» эксплуатация БСС, базируясь во многом на интуиции, личном опыте и знаниях оператора, оказывается адекватной перемещению (прежде всего на переходных режимах) по минному полю в отсутствие какой-либо информации о дислокациях мин (рис. 1).

Однако, с практической точки зрения знание всей топологии пространства мега-уровня на самом деле избыточно. Достаточно располагать прямой или опосредованной информацией о следующих вариантах взаимного расположения и скорости сближения рабочей точки (текущего режима работы) и ближайшей к ней критической точки (рис. 2):

1 - критическая точка вследствие естественного износа оборудования БСС (техногенного объекта) приближается к фиксированной рабочей точке на установившемся режиме:

2 - рабочая точка сама приближается к критической точке при переключении режимов.

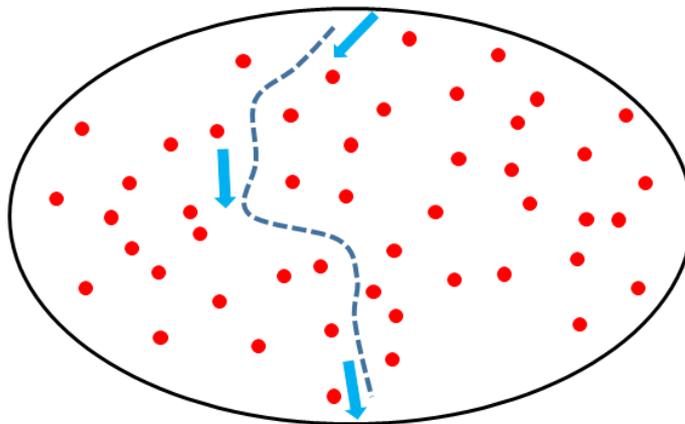


Рис. 1. Схемное изображение пространства мега-уровня БСС с критическими точками и переходом с одного режима работы на другой

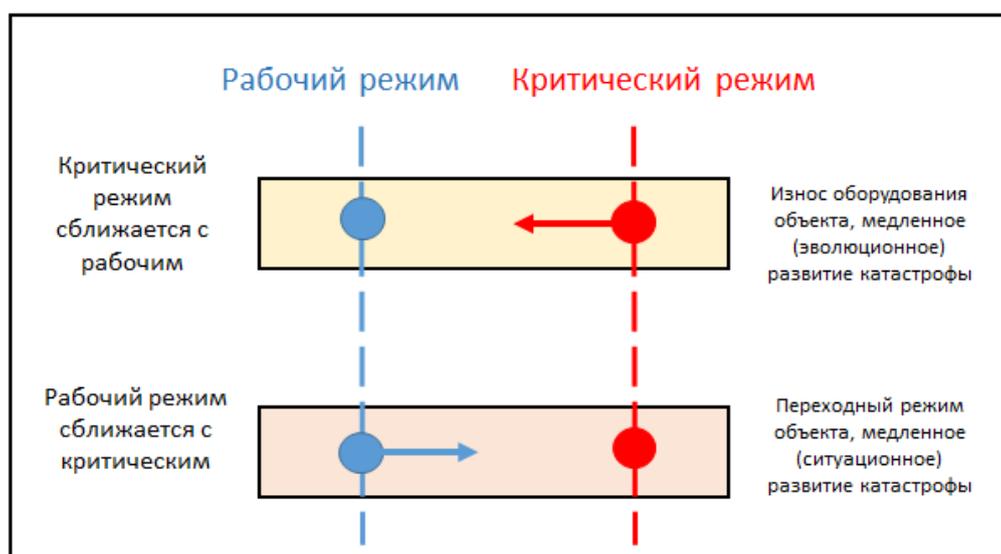


Рис. 2. Варианты взаимного отношения критической и рабочей точек

По обоим вариантам катастрофы развиваются относительно медленно, но наиболее опасен все же первый тип из-за утраты информативности на установившихся режимах. В принципе возможен и третий тип - встречного сближения точек. Однако, в связи с тем, что скорость рабочей точки на переходных режимах, как правило, существенно больше скорости любой критической точки, данный случай фактически адекватен второму из представленных типов.

Таким образом, в прикладном плане правомерными и физически осмысленными являются постановки следующих задач "управления катастрофами":

прямая - разработка методов и технических средств раннего обнаружения, мониторинга и парирования развития катастроф;

обратная - разработка методов и технических средств провоцирования развития катастроф.

Решение обратной задачи и будет определять новые формы ведения военных действий в интересах нанесения максимального ущерба экономике противника. При этом если прямой ущерб может быть связан с повреждением или разрушением самого объекта экономики, то косвенный ущерб будет определяться возникновением вторичных поражающих факторов (ПФ) и их воздействием на территории, личный состав, образцы вооружения, военной и специальной техники, окружающую среду. Особенно это характерно для потенциально опасных химических, радиационных, гидротехнических и других объектов, при нарушении которых возникают облака токсичных веществ, радиационное загрязнение местности, гигантские волны прорыва и другие ПФ. Кроме того, следует учесть эффект "домино" для большинства техногенных объектов, когда вывод из строя одного из них вызывает нарушения функционирования на многих других, связанных с ним (очень характерно для объектов энергетики). Это может привести к коллапсу экономической системы целых регионов и даже стран.

При этом возможно и комплексное решение задачи провоцирования техногенных катастроф. На первом этапе это может быть огневое воздействие на критически важные элементы объекта экономики. В этом случае будет осуществляться автоматическое или ручное переключение на резервные источники, дублирующие элементы, а также ликвидация последствий таких повреждений и разрушений. Этот период наиболее благоприятен для скрытого кибернетического воздействия на технологический процесс объекта в целях нарушения структурной устойчивости, системных связей и т.п. Это будет реализовываться в рамках трех характерных стадий:

вхождения и пребывания объекта экономики в зоне его опасного состояния - недопустимо близкого расположения рабочей точки и ближайшей к ней критической точки и/или большой скорости их сближения;

достижение объектом экономики критического состояния (структурной неустойчивости);

раскрытие структурной неустойчивости (развитие катастрофы на объекте экономики).

При этом аналогичные действия возможности спланировать и для сверх-системы, в которой исходная система является элементом или подсистемой. Применительно к объекту экономики это может быть отрасль экономики, её энергетическая составляющая. Неогневой способ нарушения структурной устойчивости уже целой отрасли может привести к лавинообразным потерям связей между отдельными отраслями и экономикой в целом. А образовавшийся экономический коллапс будет являться основной причиной быстрого снижения потенциала вооруженных сил противника, их отвлечение для нехарактерной задачи устранения внутренних беспорядков в стране и т.п.

Следует также отметить, что с помощью указанной технологии возможно приведение в неработоспособное состояние и собственных объектов экономики при угрозе захвата их противником.

Однако реализация такой вышеописанной формы ведения боевых действий - дело достаточно отдаленного будущего. Ведь даже упомянутая прямая задач ещё крайне далека от своего решения даже в теоретическом плане (не в смысле математической теории катастроф, а в с точки зрения прикладной части применительно к объектам экономики), не говоря уже о практических результатах.

Для этого необходимо, во-первых, преодолеть глубокое недопонимание природы катастроф, их принципиальные отличия от аварий, как у руководства различных министерств и ведомств, так и у целой когорты специалистов, привыкших думать терминами аварий. К этому же относится и недооценка рисков с «тяжелыми хвостами» распределения, когда вероятность невелика, а последствия катастрофичны.

Во-вторых, хотя теория катастроф в настоящее время развита трудами отечественных и зарубежных учёных, однако необходима её глубокая прикладная адаптация к решаемой практической проблеме. Ведь теория несёт объяснительную функцию, которой явно недостаточно ни для прямой, ни тем более обратной задачи (решение которой всегда сложнее). Такими адаптационными мостиками должны стать на первом этапе методология парирования техногенных катастроф, несущая регулятивную составляющую, на втором – комплекс нормативно-технических и нормативно-правовых документов, на третьем - технологии их провоцирования.

В-третьих, хотя, как было установлено, развитие катастроф происходит по единообразному типовому сценарию, однако сами БСС (критически важные объекты экономики) различны как по реализуемым функциям, так и по структуре, составу элементов. В этой связи возникает необходимость проведения комплекса прикладных исследований по типизации БСС, их внутренних и внешних структурных связей, доказательно информативных систем измерения их параметров, в том числе режимных параметров и параметров порядка, и других системообразующих величин. При этом для всех типов БСС необходимо гарантировать безопасность всех их штатных переходных режимов работы, включая и некоторые их окрестности, на основе использования инновационных технологий и автоматизированных программно-аппаратных средств формирования симптоматики катастроф, правил принятия оперативных решений о раннем обнаружении, мониторинге и противодействии развитию катастроф. При ограниченных возможностях проведения натурных исследований (особенно для решения обратных задач применительно к БСС противника) необходима разработка комплекса моделей (аналитических, имитационных, полунатурных и других), выявление с их помощью критических точек (областей) в фазовом пространстве БСС, установление оптимальных (как с точки зрения времени достижения, так и степени нарушения структурной устойчивости) воздействий на БСС и т.п.

В четвертых, необходимо проведение комплексных исследований, противоположных тому, чем занималась Гражданская оборона (ГО) СССР до конца 80-х годов прошлого века. Если основной функцией ГО СССР было повышение устойчивости отраслей экономики страны, то для нашей задачи необходимо обоснование таких мероприятий, которые при заданных затратах ресурсов приводили бы к критическому нарушения устойчивости отраслей экономики противоборствующей стороны.

Ну и наконец, крайне важным является определение параметров комплексного воздействия на объекты экономики - с использованием обычного вооружения и оружия массового поражения для поражения критических элементов, хакерских атак для нарушения процесса управления, кибернетического воздействия на технологических процессы в целях провоцирования катастроф.

Таким образом, решение указанных проблем позволит как существенно снизить риск возникновения техногенных катастроф в нашей стране, так и послужит научно-технологической основой для их провоцирования на объектах экономики вероятного противника.

Литература

1. Глобальное будущее 2045: антропологический кризис. Конвергентные технологии. Транс-гуманистические проекты: Материалы Первой всероссийской конференции, Белгород, 11-12 апреля 2013 г. /Под ред. Д.И. Дубровского, С.М. Климовой. М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация». - 2014.
2. Слипченко В.Н. Война будущего (прогностический анализ). М.: Объединенное гуманитарное издательство. - 2005.
3. Акимов В.А., Дедученко Ф.М., Дурнев Р.А., Рвачев А.Т., Арабский А.К. и др. Концепция создания единой системы комплексной техногенной безопасности и защищенности промыслов нефтегазового комплекса РФ. Журнал «Газовая промышленность», специальный выпуск «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» №732, 2015.
4. Анализ чрезвычайной ситуации, сложившейся в результате аварии на Саяно-Шушенской ГЭС имени П.С. Непорожного. Аналитический отчет. М.:ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2009.
5. Кевин Логан, Чак Харрел. Масsea повышает надежность военно-морских кораблей. Журнал «ControlEngineering, Россия», март, 2007, <https://controlengrussia.com>.
6. Том Р. Структурная устойчивость и морфогенез. М.: Логос. - 2002.
7. Касти Дж. Большие системы (связность, сложность и катастрофы). М.: «Мир». - 1982.
8. Колесников А.А. Прикладная синергетика: основы системного синтеза. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. - 2007.
9. Томсон Дж.Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. Изд. «Мир». - 1985.
10. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и её приложения. М.: Мир. - 1980.
11. Гилмор Роберт. Прикладная теория катастроф. Пер. с англ. М.: Мир. - 1984.
12. Деланда Д. Война в эпоху разумных машин. Пер. с англ. М.: Институт общегуманитарных исследований. - 2014.
13. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Знание. - 1981.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович, доцент, заместитель начальника научно-исследовательского управления ФГБУ РАРАН, тел.: 8 (903) 258-67-16, E-mail: rdurnev@rambler.ru, SPIN-код: 3267-1337

Дедученко Феликс Михайлович, профессор, генеральный директор ООО "МА Космические технологии"

Жданенко Ирина Васильевна, старший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), тел.: +7(909)953-56-59, E-mail: izhdanenko@yandex.ru, SPIN-код: 7747-6337