

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Полуянов В. П. д-р хим. наук, проф.
Харьковский институт экологии и социальной защиты

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССАХ

zchs@intbel.ru

В статье рассматривается проблема сценарии развития синергетических явлений в природных и техноприродных процессах. Анализируется синергетическая модель сценарий развития и трансформация различных опасных природных и техногенных процессов сопровождающих прохождением мощных циклов. Подробно описывается синергетический эффект для сейсмических сотрясений и ободувленных ими крупных оползней и обвалов.

Ключевые слова: синергетические явления, развитие, природные и техноприродные процессы, экология, катастрофы.

Синергетика является новым, бурно развивающимся направлением в современной науке, изучает процессы самоорганизации в отдельных фрагментах природной реальности и строит модель, которая позволяет описать и теоретически их представить. Эта модель оказывается глубоко содержательной и успешно функционирует во многих областях научного познания. Синергетические модели не содержат никаких предписаний, принуждений к природе и вести себя именно так, а не иначе. Использовать синергетические модели – значит лучше понять внутренние механизмы эволюции и самоорганизации сложности в природе. На основе синергетики строится определенное мировидение, которое перешагивает границы базовых научных дисциплин и выходит на мета – научный уровень.

Человек с древнейших времен испытывал постоянную незащищенность перед грозными проявлениями могущества природных процессов. В истории цивилизации многие природные катастрофы сопровождались крупными социальными потрясениями.

Анализ развития природных катастрофических явлений на Земле показывает, что, несмотря на научно-технический прогресс, защищенность людей и техносферы от природных опасностей не возрастает.

В настоящее время в мире существует понимание того, что природные катастрофы – это глобальная проблема, являющаяся источником глубочайших гуманитарных потрясений.

В одной из своих работ В.И. Вернадский писал: «Земная поверхностная оболочка, не может рассматриваться как область только вещества, это область энергии» [2]. На поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы идет развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источником энергии являются процессы реорганизации вещества, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей, а также гелиофизические взаимодействия. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и ее природной обстановки, являясь источником постоянных преобразований облика нашей планеты – ее геодинамики. Человек не в состоянии приостановить или изменить ход эволюционных трансформаций, он может только прогнозировать их развитие и в некоторых случаях оказывать влияние на их динамику.

В последние годы увеличилось число синергетических, или многоступенчатых катастроф, когда одно стихийное бедствие порождает другое, что влечет за собой пагубные последствия в социальной, экономической и экологической сферах. По прогнозам, в ближайшие годы возрастет число техногенных катастроф, возникновение которых обусловлено опасными природными явлениями. Это связано с индустриализацией современного общества. Неудивительно, что ликвидация последствий синерге-

тических катастроф затягивается на многие годы.

Развитие синергетических катастроф значительно усложняет принятие мер по их ликвидации, поскольку профилактические действия, направленные против природных явлений, оказываются неадекватными при одновременном возникновении природной катастрофы и технической аварии. Многие развивающиеся страны, подверженные природным бедствиям, не располагают каким-либо планом действия в случае синергетических катастроф. Контроль и управление последними значительно сложнее, чем чисто техногенными или природными катастрофами. Даже в странах с высокими технологическими стандартами и жесткими строительными требованиями предотвращение технических аварий при природных катастрофах считается маловероятным.

Природные бедствия часто носят синергетический характер. Это значит, что одно природное катастрофическое явление вызывает целую цепочку других. Так, например, землетрясение может стать причиной возникновения цунами, оползней, селей и обвалов, подтопления порождают просадки лессов, нагонные ветры - затопления территорий. Нередко вызванное природное явление по своей разрушительной силе не уступает инициировавшему его, а в ряде случаев даже превосходит последнее. Во время землетрясения в провинции Консу (Китай, в 1920 г.) произошла массовая активизация оползней, в результате чего были разрушены десятки деревень и погибло около 100 тыс. человек. Суммарный ущерб от синергетической катастрофы превосходит сумму ущербов от каждого из составляющих ее бедственных процессов при раздельном их развитии.

Большая опасность создается, когда в синергетический процесс втягивается техносфера. Рост количества природных катастроф, с одной стороны, увеличение плотности техносферы на Земле - с другой, значительно повышают вероятность того, что в зону риска природных катастроф могут попасть сложные инженерные сооружения: атомные электростанции, химические предприятия, нефте- и газопроводы, плотины водохранилищ, склады горючих и вредных веществ, транспортные системы и т.д. На территориях с высокой концентрации промышленных объектов практически любое стихийное бедствие способно вызвать серию техногенных катастроф - пожары, взрывы, выбросы и разливы химических веществ. В зоне бедствия экономические потери могут существенно возрасти, а состояние окружающей среды - резко ухудшиться.

Синергетическую катастрофу во много раз труднее ликвидировать, чем природную или техногенную, так как действия, направлены против какой-либо одной из них, оказываются неадекватными при одновременном возникновении той и другой. В странах с высокими технологическими стандартами и жесткими строительными требованиями предотвращение технических аварий при природных катастрофах считается маловероятным. Но не только опасные природные явления служат причиной технических и экологических катастроф. Существует и обратная связь, когда технические аварии и искусственные изменения окружающей среды вызывают катастрофы природного характера. Известно, что вырубка лесов способствует активизации оползневых процессов, резко повышает вероятность и опасность наводнений и ураганных ветров. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере (парниковый эффект) может привести к повышению уровня Мирового океана и повсеместному затоплению низких морских побережий.

Опасность синергетических бедствий, инициированных техническими авариями, неуклонно возрастает. Это связано с тем, что выработка проектного ресурса основных производственных фондов приближается к критической величине и составляет 50-80%. Ряд важнейших объектов энергетики, газо- и нефтехимии, транспорта, строительного комплекса уже сейчас работает за пределами проектного ресурса, что делает их потенциально опасными при дальнейшей эксплуатации [4]. Происшествия различного масштаба на магистральных и внутрипромысловых трубопроводах нефти и газа наносят огромный ущерб окружающей среде и создали в ряде районов чрезвычайные ситуации.

Широкое развитие синергетических событий свидетельствует о тесной взаимосвязи природных и технических катастроф. В этой замкнутой системе возникновение одного вида опасности ускоряет проявление других.

Следовательно, особую актуальность приобретает сегодня вопрос о необходимости разработки единой теории и практических методов обеспечения безопасности, комплексного подхода к предупреждению и ликвидации катастрофических явлений.

В настоящее время практически любая природная катастрофа, сопровождающаяся разрушением объектов хозяйства, гибелью и ранением людей. Она является результатом наложения и синергетического усиления в одной области пространства нескольких часто независимых друг от друга факторов-условий и факторов-процессов природного, техногенного и со-

циального генезиса, совместно приводящих к более тяжким последствиям, чем при их раздельном проявлении.

Между сейсмическими сотрясениями и техногенным подтоплением территорий существует не только прямая, но и обратная положительная связь. В условиях разрушительных сейсмических эффектов она проявляется на трассах водонесущих коммуникаций, приводящих к увеличению утечек воды и интенсификации процесса подтопления территорий и объектов хозяйства. Данные синергетические эффекты взаимоусиления характерны для сейсмических сотрясений и обусловленных ими крупных оползней и обвалов, сход которых, в свою очередь, вызывает новые сотрясения, а также генерирование волн типа цунами. Существует тесная синергетическая связь между сейсмогравитационными деформациями массивов пород, разрушением берегов морей и водохранилищ, между селевыми потоками, образующимися при прорыве сейсмогенных плотин на реках, и новыми оползнями [7].

Движущими силами опасных природных и техноприродных процессов являются гравитационные поля Земли, Луны, Солнца, а также планет Солнечной системы, солнечная радиация, тектоническое, магнитное, температурное и другие поля, обусловленные сложными преобразованиями вещества и энергии во внутренних сферах Земли. Указанные силы определяют воздействия для соответствующих сред-систем воздействия и задают общую направленность развития во времени-пространстве опасностей.

Все среды находятся между собой в конкурентных [1] отношениях и пытаются расширяться за счет другой среды. Такое взаимодействие приводит к формированию определенных деструктивных процессов, наиболее активных в пограничных зонах, и переходных образований вещества разных уровней организации. Осуществляются защитные функции в виде регулирования и ослабления воздействий конкурентных сред друг на друга посредством механизма обратной отрицательной связи. Сложные космо-геологические процессы, приводят к образованию астеносферы, земной коры, атмосферы и гидросферы, представляют последовательные акты самоорганизации первичного вещества Земли, направленные на установление равновесного состояния этого вещества с окружающим космосом. С этих теоретических позиций любой опасный природный и техноприродный процесс является одновременно естественной составляющей и продолжением глобального процесса самоорганизации материи, возникающих в результате периодических нарушений

равновесного состояния между различными земными средами и их частями [6].

Синергетика - наука о самоорганизации различных систем, - любая из природных сред является открытой необратимой диссипативной системой. Это неизолированная от других сред система с упорядоченной структурой, которая возникла и сохраняется благодаря обмену веществом и энергией с другими системами-средами. Обмен осуществляется в виде определенных процессов, часто представляющих опасность для общества. В синергетике они проявляются в виде хаоса, связанного с рассеиванием энергии и нарушением упорядоченности. С другой стороны, эти процессы создают новые устойчивые подсистемы или порядок из хаоса, за что получили название диссипативных. Совокупность взаимосвязанных, последовательно обуславливающих друг друга процессов, приводящих к разрушению одних и созданию других систем, представляет собой надпроцесс самоорганизации систем.

Характерными примерами самоорганизации являются подтопление территорий и развитие просадок в лёссах, эрозионный подмыв склонов и образование оползней, растворение пород и возникновение карстовых провалов. Аналогичные процессы и участки среды, где они развиваются, протекают без разрушения структуры систем или приводят к их постоянному разрушению и восстановлению в одной области пространства, получили название саморегулирующихся [1]. Данные эффекты обычно связаны с пополнением извне веществом и энергией, расходуемые системой на компенсацию внешних для нее воздействий и сохранение равновесного состояния. Происходит саморегулирование абразионно-аккумулятивных процессов на морских берегах, приводящее к созданию относительно устойчивых во времени и в пространстве участков размыва, перемещения и аккумуляции наносов. Так поддерживается относительное постоянство барханных форм рельефа, многолетних уровней подземных и поверхностных вод, областей антициклонической деятельности и других подобных явлений.

Отличительной особенностью синергетических процессов является взаимоусиление негативных эффектов, что наиболее характерно для начальных стадий их активного развития, до момента формирования относительно устойчивых к внешним воздействиям дополнительных парасистем и до полного включения механизма обратной отрицательной связи. Продолжительность такого усиления составляет секунды и минуты у редко повторяющихся событий до нескольких лет [3]. Воздействие моря на

прибрежные территории при его подъеме вырождалось преимущественно в затоплении, подтоплении и частичном абразионном размыве обширных пляжных пространств, которые были сформированы при спаде уровня. По мере подъема уровня и размыва пляжей увеличивались приглубость и крутизна береговых склонов. Это приводит к усилению волноэнергетического воздействия на побережье за счет трансформации волн на мелководьях. Постепенно активизировалось абразионное разрушение надводных уступов террас, на которых расположены застройка, объекты рекреации и сельского хозяйства. Берегоразрушениями охвачено практически все побережье, в то время как до подъема уровня малоинтенсивная абразия отмечалась в пределах 10% берегов. При этом повышенные скорости абразии (до 5-10 м/год) регистрируются на участках искусственного изменения потока наносов.

Другим опасным природным процессом на побережье моря является подтопление территорий и повышение их сейсмичности. Проявлением синергизма стал ветроволновой нагон на побережье имевший обеспеченность около 4-5%. Нагоны такой обеспеченности приводят к гибели людей и разрушению зданий [4].

Характерной особенностью синергетических процессов, помимо взаимоусиления негативных эффектов, является некоторое запаздывание во времени их проявления по сравнению с возбуждающим фактором-процессом. Прекращение подъема и даже небольшое понижение уровня моря практически не привело к уменьшению интенсивности абразии, нагонов и других опасных процессов. Это позволяет говорить еще об одной особенности синергетических процессов, а именно - об инерционности их проявления после ослабления или прекращения действия инициирующего фактора [5].

Стабилизация или спад уровня приведет, естественно, к изменениям в количестве и характере синергетических связей, интенсивности и вероятности процессов, которые должны отражать другие сценарии их развития. Разработка и дальнейшая оценка таких сценариев развития опасных природных и техногенных процессов является одной из важнейших задач современных наук о Земле. Только на их основе возможен научно обоснованный пространственно-временной прогноз всех возможных последствий опасных природных и техноприродных процессов в различных сферах, а также принятие эффективных управленческих решений по недопущению или минимизации потерь.

Рассмотрим синергетическую модель - сценарий развития и трансформации различных

опасных природных и техногенных процессов, обусловленных прохождением мощных циклонов. Такие циклоны, сопровождаются проливными дождями, которые приводят не только к переполнению водохранилищ, рек и многочисленных каналов, но и к резкой активизации эрозионного разрушения берегов, образованию оползней, селей, просадок грунтов и других опасных процессов. Именно вторичные процессы во многом и приводят к огромным потерям.

Циклон с продолжительными дождями, превышающими месячную норму, на большой территории, часто сопровождающийся сильными ветрами и смерчами.

Подобные синергетические модели - сценариев развития опасных природных и техноприродных процессов, их трансформации в техно- и социосфере - являются в настоящее время неотъемлемой и весьма ответственной составляющей общей процедуры риск-анализа природных опасностей. Они аккумулируют как общие представления о закономерностях пространственно-временной изменчивости отдельных опасных природных и техногенных процессов, так и их синергетических комплексов на территории, кроме того и частные особенности проявления этих опасностей, в пределах отдельных оцениваемых районов. Синергетические модели и сценарии первоначально используются в качестве обязательной основы для производства научно обоснованных количественных прогнозов развития первичных и вторичных опасных природных техноприродных процессов во времени и пространстве. Они могут применяться для определения возможных реципиентов риска и потерь в различных сферах вместе с вероятностями их реализации за определенное время.

Таким образом, пришло время создать новую идеологию противодействия катастрофам, которая должна найти отражение в Государственной стратегии уменьшения рисков и смягчения последствий катастроф. Предположительно, ее реализация может обеспечить снижение потерь в чрезвычайных ситуациях на 30-40%, а в некоторых случаях и полное их исключение. Абсолютной безопасности не бывает.

Борьба с природными катастрофами должна стать одной из стратегических задач государства и общества в целом. В основе государственной стратегии по снижению природных рисков должно быть всестороннее, междисциплинарное изучение физической природы опасных процессов и явлений, их физическое и математическое моделирование и на этой основе - научно обоснованный прогноз предстоящих катастроф.

По мере развития мировой науки необходимо изучать синергетические эффекты и механизмы самоорганизации геологических и природно-технических систем с целью создания научных основ управления этими системами, а также разрабатывать и внедрять более эффективные методы предупреждения чрезвычайных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Армад, А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем [Текст] / А.Д. Армад. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
2. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера [Текст] / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 261 с.
3. Осипов, В.И. Глобальное влияние природных катастроф на судьбы народов [Текст] / В.И. Осипов // Труды Международной конференции «Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций», 22-23 апреля 1998. М.: МЧС РФ, 1998. – С. 25-35
4. Рагозин, А.Л. Синергетические модели развития и трансформации опасных геологических процессов в процедуре риск-анализа [Текст] / А.Л. Рагозин, // Сергеевские чтения. Вып. 2. Матер. годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23-24 марта 2000 г.). М.: Изд-во ГЕОС, 2000. – С. 103-109
5. Комплексный анализ и оценка последствий поема уровня Каспия [Текст] / А.Л. Рагозин [и др.] // Геоэкология, 1996. № 3. – С. 16-37
6. Раткович, Д.Я. Исследование вероятностных закономерностей многолетних колебаний уровня Каспийского моря [Текст] / Д.Я. Раткович, М.В. Болгов // Водные ресурсы. 1994. № 6. – С.389-404
7. Рагозин, А.Л. Введение в синергетику опасных природных процессов [Текст] / А.Л. Рагозин // Анализ и оценка природных рисков в строительстве / Под ред. С.И. Полтавца, А.Л. Рагозина. Матер. Международной конференции. М.: Изд-во ПНИИИС, 1997. – С. 50-52