

УДК 614/8

О.О. Замирец

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Проведена классификация чрезвычайных ситуаций и их свойств. Рассмотрены факторы возникновения и возможные негативные последствия природных катастроф, вызывающих чрезвычайные ситуации. На основе методов комплексного анализа данных временного ряда, теоремы Пригожина и синергетических свойств рассматриваемой системы была построена иерархическая структура возможных сценариев развития чрезвычайных ситуаций по непараметрическим критериям.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, открытые системы, правила принятия решений, природные катастрофы, синергетика.

Введение

Актуальность проблемы. На протяжении всей истории человечество постоянно подвергается воздействию природных катастроф. Они уносят тысячи человеческих жизней, наносят колоссальный экономический ущерб, в мгновение ока разрушают всё то, что создавалось годами, десятилетиями и даже веками.

Многие катастрофы оказали заметное влияние на развитие цивилизации, и уязвимость человечества для них повышается. Сегодня это в значительной мере обусловлено урбанизацией территорий. Развернувшаяся в нашем веке беспрецедентная по масштабам инженерная деятельность, вызванные ею изменения природной среды увеличили вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природно-техногенного характера. При этом некоторые из них, например, связанные с авариями на особо опасных объектах могут нанести не только большой прямой ущерб, но и многократно превышающий его косвенный, а иногда даже привести к глобальным катаклизмам [6].

Вопросам управления в условиях чрезвычайных ситуаций и построения информационных систем поддержки принятия решений в этих условиях посвящены исследования и публикации многих ученых и специалистов – В.В. Кульбы, А.В. Измалкова, В.Г. Бондура, В.Ф. Крапивина, В.П. Савиных и др. Указанные вопросы рассматриваются также в диссертационных работах ученых, среди которых можно выделить С. Гуаро, Э. Хенли, С.А. Копылова, И.У. Ямалова и т.д.

Для решения задач преодоления возможных кризисных ситуаций в окружающей среде Бондуром В.Г. предлагается трехуровневая процедура принятия решений о появлении признаков природной катастрофы, основанная на расчете соответствующих индикаторов и математической модели процессов. Основным смыслом предлагаемого им подхода состоит

в совместном использовании методов математического моделирования и аэрокосмического мониторинга при интеграции в созданную систему знаний из различных наук, так или иначе определяющих функционирование системы природа-общество [1].

Постановка задачи. Наукометрический анализ работ вышеуказанных ученых показал, что вопросам разработки моделей процессов протекания чрезвычайных ситуаций в условиях недостатка точной информации уделено достаточно мало внимания. Кроме того, системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций были разработаны и апробированы в основном на территориях других стран.

Так как Украина отличается геоморфологическими особенностями рельефа, климатическими условиями, своей природой, для прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории Украины необходимо построение совершенно новых моделей процессов протекания ЧС и формирование правил принятия решений относительно объемов ресурсов, необходимых для снижения потерь при ЧС.

Тем не менее, круг нерешенных в этой области проблем еще достаточно широк. Трудность решения задачи моделирования и управления в чрезвычайных ситуациях вызвана тем, что характер развития конкретной ЧС является сугубо индивидуальным, а само ее развитие происходит в условиях неопределенности, когда не известны масштабы катастрофы. Недостаток информации о характере развития ЧС может привести к развитию ситуации с катастрофическими последствиями.

Классификация и свойства чрезвычайных ситуаций

Согласно определению ГОСТа Р 22.0.02-94, чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут по-

влекать или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [7].

Развитие чрезвычайных ситуаций обычно представляет собой цепной лавинообразный динамический процесс, заключающийся в резком ухудшении состояния некоторого объекта, как правило, представляющего собой совокупность территории и расположенных на ней объектов экономики и жилых комплексов, приводящим к катастрофическим для этого объекта и его окружения последствиям.

Чрезвычайные ситуации бывают техногенного, природного и экологического характера. Для проведения оценки чрезвычайной ситуации были выбраны: геофизические (землетрясения), геологические (сели, оползни), гидрологические (наводнения, паводки), метеорологические и агрометеорологические опасные явления (бури, ураганы, засуха), природные пожары (лесные) и чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состояния суши (просадки, оползни, обвалы).

На основе классификации природных катастроф, вызывающих чрезвычайные ситуации, необходимо провести анализ факторов возникновения ЧС с оценкой возможных последствий.

Факторы возникновения чрезвычайных ситуаций с оценкой возможных последствий

Для более точной оценки ситуации и определения приоритетности принятия решений необходимо провести анализ факторов возникновения и негативных последствий чрезвычайных ситуаций по принципу черного ящика, представленному на рис. 1.

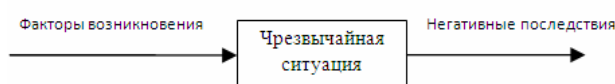


Рис. 1. Структурная схема оценки ЧС

В результате проведенного анализа были получены следующие схемы для каждой чрезвычайной ситуации (рис. 2 – 4).

При наводнении возможно возникновение таких негативных последствий, как пожары (вследствие обрывов и короткого замыкания электрических кабелей и проводов); обрушение зданий, сооружений (под воздействием водного потока и вследствие размыва основания); заболевания людей и сельскохозяйственных животных (вследствие загрязнения питьевой воды и продуктов питания) и др.

Оползни вызываются различными причинами: подмывом пород водой, ослаблением их прочности вследствие выветривания или переувлажнения осадками и подземными водами, неразумной хозяйственной деятельностью человека и др.

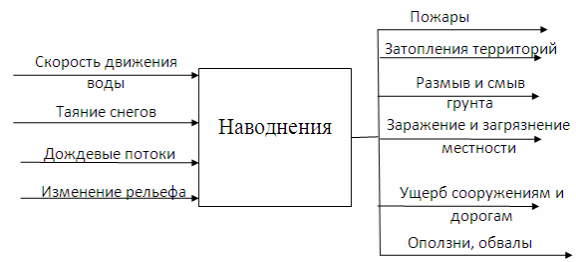


Рис. 2. Структурная схема факторов возникновения и последствий наводнений

В соответствии с ГОСТ 12.01.004-85 «Пожарная безопасность» опасными факторами пожара являются: пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, дым, пониженная концентрация кислорода. Пожары наносят большой материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. К последствиям лесных пожаров относятся: нарушения функций леса, понижение концентрации кислорода, взрыв, снижение ценности ландшафтов.

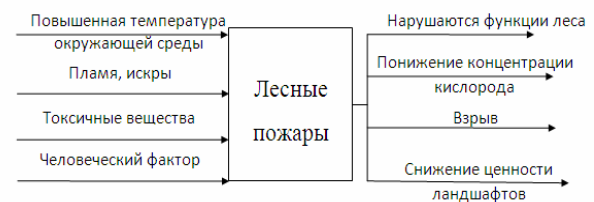


Рис. 3. Структурная схема факторов возникновения и последствий лесных пожаров

Оползни могут разрушать населенные пункты, уничтожать сельскохозяйственные угодья, создавать опасность при эксплуатации карьеров и добыче полезных ископаемых, повреждать коммуникации, туннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети, водохозяйственные сооружения, главным образом плотины. Кроме того, они могут перегордить плотину, образовать завальное озеро и способствовать наводнениям. Таким образом, наносимый ими народнохозяйственный ущерб может быть значительным.

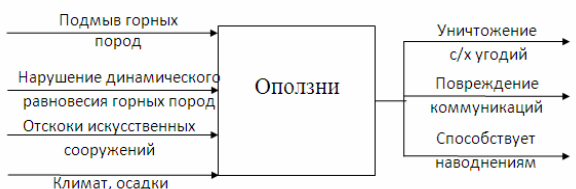


Рис. 4. Структурная схема факторов возникновения и последствий оползней

Причина возникновения селя – интенсивные и продолжительные ливни, быстрое таяние снега или ледников. Сель может образоваться и от обрушения в руслах рек большого количества рыхлого грунта. Обладая большой массой и высокой скоростью передвижения, до 15 км/ч, сели разрушают здания,

дороги, гидротехнические и другие сооружения, выводят из строя линии связи и электропередачи, уничтожают сады, заливают пахотные земли, приводят к гибели людей и животных.



Рис. 5. Структурная схема факторов возникновения и последствий селей

Для получения количественных оценок степени влияния факторов возникновения чрезвычайных ситуаций для экспертных заключений о вероятности возникновения анализируемых катастроф необходимо провести дополнительный анализ статистических данных и косвенных дешифровочных признаков.

Оценка процесса развития чрезвычайных ситуаций по непараметрическим критериям

Для построения решающих правил относительно процессов дальнейшего развития чрезвычайных ситуаций необходимо сформировать критерии принятия решений. Поскольку статистический критерий – строгое математическое правило, по которому принимается или отвергается та или иная статистическая гипотеза с известным уровнем значимости, построение критерия представляет собой выбор подходящей функции от результатов наблюдений (ряда эмпирически полученных значений признака), которая служит для выявления меры расхождения между эмпирическими значениями и гипотетическими. Непараметрические критерии – это группа статистических критериев, которые не включают в расчёт параметры вероятностного распределения.

Таким образом, при оценке процессов развития ЧС в качестве непараметрических критериев рассматривается показатель Херста и построение коррелограммы.

Краткий обзор методов анализа данных, представленных в виде временных рядов, т.е. в виде последовательностей измерений, упорядоченных в неслучайные моменты времени, показал, что в отличие от анализа случайных выборок, анализ временных рядов основывается на предположении, что последовательные значения данных наблюдаются через равные промежутки времени.

Существуют две основные цели анализа временных рядов: определение природы ряда и прогнозирование (предсказание будущих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям). Обе эти цели требуют, чтобы модель ряда была идентифицирована и, более или менее, формально описана.

Процессом Херста или процессом фрактальной диффузии называется эквидистантный времен-

ной ряд, в котором накопленный размах отклонений от скользящего среднего значения, нормированный на скользящее стандартное отклонение, зависит от длины выборки накопления показательным образом. Соответствующий показатель и называется показателем Херста [5]. Такой процесс является удобной идеализацией некоторых реально происходящих нестационарных случайных процессов, поскольку позволяет определить вероятностные границы с большой степенью достоверности, особенно при наличии существенных возмущений [2].

Итоговое значение показателя Херста, вычисленное методом усреднения промежуточных значений, полученных на основе данных, отображающих единичные временные события, характеризующие промежуточную тенденцию изменения состояния анализируемого процесса в результате воздействия различных возмущающих факторов [3].

Сезонные составляющие временного ряда могут быть исследованы с помощью построения коррелограммы, которая показывает численно и графически автокорреляционную функцию (АКФ), иными словами коэффициенты автокорреляции (и их стандартные ошибки).

После проведения обзора основных методов анализа данных, представленных в виде временных рядов, для определения оценки процессов протекания ЧС была рассмотрена теорема Пригожина, одного из основоположников теории самоорганизации.

В самоорганизации, появлении упорядоченности, важную роль играют диссипативные процессы. Чтобы подчеркнуть необычность того, что эти процессы, уничтожающие порядок в простейших линейных системах, могут быть в нелинейном мире "архитекторами порядка", И. Пригожин назвал упорядоченность, возникающую в открытых нелинейных системах, далеких от равновесия, и существенно связанную с рассеянием энергии, вещества или информации, диссипативными структурами [4].

Поскольку случайный характер воздействия введенных факторов на прогнозирование негативных последствий природных катастроф предусматривает применение процедуры статистической обработки результатов измерений, то для их классификации целесообразно использовать совокупность непараметрических критериев, показателя Херста и коррелограмму, что позволит учесть ряд статистических погрешностей, вызванных неадекватностью алгоритма обработки данных реальному случайному процессу [2].

С учетом обзора методов анализа данных временного ряда, теоремы Пригожина и теории самоорганизации системы была проведена оценка процессов развития чрезвычайных ситуаций. Было определено, что нестационарный случайный процесс протекания ЧС является сложной самоорганизующейся динамической открытой устойчивой системой, для

анализа которой необходим алгоритм, основывающийся не только на синергетичности рассматриваемых процессов, но и на получении оценок их текущего состояния в условиях неопределенности.

Выводы

Для предотвращения негативных последствий чрезвычайных ситуаций, которые всё чаще возникают в мире, возникает необходимость своевременного принятия решений.

Таким образом, объектом научных исследований должны быть не только сама чрезвычайная ситуация, ее характеристики и свойства как объекта управления, но и также должны быть рассмотрены факторы возникновения и её последствий. Указанные обстоятельства обуславливают актуальность темы исследования, направленной на разработку методики определения приоритетности принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Бондур В.Г. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф [Текст] / В.Г. Бондур, В.Ф. Крапивин, В.П. Савиных. – М.: Научный мир, 2009. – 691 с.
2. Бутенко О.С. Метод повышения информативности показателей Херста для определения границ устойчивости решений при прогнозировании динамики аномалий [Текст] / О.С. Бутенко, С.И. Березина, Ю.А. Черных //

Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 3(15). – С. 243-246.

3. Бутенко О.С. Сценарий альтернатив развития изменения состояния аномальных экологических объектов при комплексном воздействии возмущений [Текст] / О.С. Бутенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. научн. трудов Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Х., 2010. – Вып. 46. – С. 225-237.

4. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего [Текст] / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. Изд. 3-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 288 с.

5. Кириллов Д.С. Распределения показателя Херста нестационарного маркированного временного ряда [Текст] / Д.С. Кириллов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2013. – №11. – 16 с.

6. Копылов С.А. Модели принятия решений при предупреждении чрезвычайных ситуаций [Текст]: дис...канд. физ.-мат. наук / С.А. Копылов. – Москва, 2004. – 108 с.

7. Ямалов И.У. Поддержка принятия решений для управления в условиях чрезвычайных ситуаций на основе когнитивных и динамических моделей [Текст]: дис...док. тех. наук / Ямалов И.У. – Уфа, 2007. – 352 с.

8. Hagiwara M. Extended Fuzzy Cognitive Maps, Proc. of the IEEE Intern / M. Hagiwara // Conference on Fuzzy Systems. – San-Diego, 1992. – P. 795-801.

Поступила в редколлегию 19.02.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.С. Бутенко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

О.О. Замірець

Проведено класифікацію надзвичайних ситуацій та їх властивостей. Розглянуто чинники виникнення та можливі негативні наслідки природних катастроф, що викликають надзвичайні ситуації. На основі методів комплексного аналізу даних часового ряду, теорему Пригожина і синергетичних властивостей розглянутої системи була побудована ієрархічна структура можливих сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій по непараметричним критеріям.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, відкриті системи, правила прийняття рішень, природні явища, синергетика.

SUPPORT SYSTEM OF MAKING DECISIONS IN EMERGENCIES

O.O. Zamirets

The classification of emergencies and their properties have been held. The factors and possible negative consequences of natural phenomena that cause emergencies have been considered. Hierarchical structure of scenarios of disaster development has been built based on nonparametric criteria by giving the review of time series data analysis methods, Prigogine theorem and synergetic properties of the considered system.

Keywords: emergency, open systems, making decision rules, natural phenomena, synergetics.