

Г. Г. Малинецкий, Н. А. Митин,  
Т. С. Ахромеева, И. В. Кузнецов,  
М. И. Киселев, С. А. Посашков,  
С. В. Казачковский, О. Н. Капелько

## КОГНИТИВНЫЕ ЦЕНТРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

*Рост числа чрезвычайных ситуаций и ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, наблюдающийся в последние годы, предъявляет новые требования к системам мониторинга, моделирования, прогноза и управления опасными явлениями и процессами. Ответом на этот вызов являются когнитивные центры — человекомашинные системы, опирающиеся на новые возможности в области математического моделирования, информационных технологий, телекоммуникаций. В статье представлены принципы построения когнитивных центров и предложения по развитию и использованию таких систем в различных сферах жизнедеятельности.*

**E-mail:** gmalin@keldysh.ru

**Ключевые слова:** управление риском, степенное распределение, когнитивные центры, математическое моделирование, временные ряды, научный мониторинг.

По оценкам экспертов, материальные потери в результате стихийных бедствий и техногенных катастроф достигли в 2011 г. рекордного значения в истории, превысив 370 миллиардов долларов. Около половины этой суммы приходится на последствия цунами в Японии. Авария на электростанции Фукусима-1 уже обошлась в 75 миллиардов долларов, а общие затраты по ликвидации и смягчению последствий этой катастрофы в течение ряда лет должны превысить 250 миллиардов долларов [1].

Такое положение вещей обусловлено, в первую очередь,

- происходящими глобальными климатическими изменениями, ускорившимися в последнее десятилетие;

- синергетическим характером многих бедствий — начавшись в одной сфере они обостряют или вызывают процессы в другой сфере, зачастую оказывающиеся катастрофическими. Цунами, вызвавшие аварию на ядерном объекте, наглядно показало опасность такого *синергетического взаимодействия*.

- неготовность систем международного, национального, корпоративного управления к быстрой, адекватной, эффективной реакции на подобные события.

Появившиеся в последние годы технологии мониторинга, моделирования, прогноза и управления могут в одних случаях снять, а в других смягчить подобную проблему [2].

Современная стратегия управления рисками была обоснована на Всемирной конференции по уменьшению опасностей стихийных бедствий в Иокогаме в 1994 г. (Иокогамская стратегия по обеспечению более безопасного мира) [документ ООН от 27.09.1994 г. A/CONF.172/9, Доклад Всемирной конференции по уменьшению опасностей стихийных бедствий], а затем одобрена Генеральной Ассамблеей ООН. В Иокогамской стратегии сформулированы руководящие принципы предотвращения стихийных бедствий, обеспечения готовности к ним и смягчения их последствий. На основе анализа обширной мировой статистики был сделан вывод, что каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение стихийных бедствий и техногенных катастроф, позволяет сэкономить от 10 до 100 рублей, которые бы пришлось вложить в ликвидацию или смягчение последствий уже произошедших бед (“коэффициент риска”) [2]. Анализ масштабных российских катастроф показывает, что для них этот коэффициент превышает 1000.

Однако, для предупреждения катастроф должен быть замкнут круг: *мониторинг* → *прогноз* → *предупреждение* → *принятие мер* → *анализ результатов* → *планирование* → *мониторинг*. Приходится констатировать, что ни для одного типа природных и техногенных рисков в современной России этот круг пока не замкнут. По сути дела, должна быть усилена каждая из компонент триады: *мониторинг* — *прогноз* — *управление*, и обеспечено эффективное взаимодействие этих компонент.

**Задача управления рисками.** Оценка технических проектов или управленческих решений связана с расчетом *ожидаемой полезности* —

$$S = \sum_{i=1}^N p_i x_i, \quad (1)$$

где  $N$  — число возможных сценариев,  $p_i$  — вероятность реализации  $i$ -го сценария,  $x_i$  — прибыли или убытки при реализации  $i$ -го сценария.

Практика и анализ действий управленческих структур показывают, что решения, вплоть до самых ответственных, принимаются на основе оценки *субъективной полезности*  $\tilde{S}$

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^M f(p_i, g(x_i)) g(x_i), \quad (2)$$

где  $M$  — число сценариев, принимаемых в расчет (обычно  $M \ll N$ ),  $g(x_i)$  — *субъективная оценка потерь* (зависящая от информации о

состоянии системы),  $f(p_i, g(x_i))$  — субъективная вероятность, отражающая представление о возможности аварий и катастроф.

Отсюда следуют основные алгоритмы управления рисками.

- Поддержка принятия управленческих решений, позволяющая опираться не на интуитивную, субъективную оценку (2), а на научно обоснованную оценку (1), учитывающую данные мониторинга объекта управления, результаты моделирования, прогноза и накопленные данные.

- Исключение ряда сценариев из общего числа  $N$ , как неприемлемых, с помощью технических и организационных инструментов  $N \rightarrow \tilde{N}_1$ .

- Уменьшение вероятности неблагоприятных сценариев  $p_i \rightarrow \tilde{p}_i$  ( $1 \leq i \leq L$ ,  $x_i < 0$  при  $1 \leq i \leq L$ ).

- Уменьшение масштабов возможных потерь  $x_i \rightarrow \tilde{x}_i$  ( $1 \leq i \leq L$ ).

Для реализации этой стратегии, принятой МЧС РФ в 1996 г., ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, поддержанный 10 академическими институтами и рядом учебных заведений выдвинул инициативу создания *Национальной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах* [3]. Наличие такой системы, проект создания которой был поддержан Президиумом РАН и рядом заинтересованных ведомств, могло бы существенно уменьшить потери от одних и не допустить других бедствий и катастроф. Ухудшение состояние техносферы, произошедшее в последние 10 лет, и результаты проведенных исследований заставляют вернуться к этой идее.

**Двухмасштабность задачи управления риском.** В асимптотическом анализе часто выделяют “медленные” и “быстрые” переменные. В теории управления риском также можно выделить управляющие воздействия, которые могут быть реализованы на “медленных”, по сравнению со временем катастрофы, временах (месяцы, годы, а иногда десятилетия) и “быстрые”, которые предпринимаются непосредственно перед чрезвычайной ситуацией (или в ходе таковой).

Именно на “медленных временах” есть возможность провести моделирование, оптимизировать системы защиты, устранить или скомпенсировать недостатки проекта, если таковые обнаружатся.

Типичный пример — авария на станции “Фукусима-1” — одной из 25 крупнейших атомных электростанций в мире. Этот объект строился с 1966 по 1971 г. в сейсмоопасной прибрежной зоне, в которой происходят землетрясения примерно раз в 30 лет. В истории региона за последние 100 лет волна цунами минимум трижды достигала высоты 10 метров, а 1 сентября 1923 года превысила 20 метров.

Специалисты знали о конструктивных недостатках проекта, предупреждали о них и предлагали конкретные меры по защите объекта.

Для станции характерны недостаточная толщина стен и слишком низкое расположение генераторов по отношению к высоте волн цунами в этих местах, (проект был рассчитан на высоту волн цунами до 6 метров). Стоимость мер по защите станции не превышала 10% от стоимости всего объекта. Однако за 40 лет голоса инженеров и экспертов не были услышаны руководителями эксплуатирующей компании и государственными чиновниками, отвечающими за эту сферу жизнедеятельности. При этом модели, появившиеся примерно за 20 лет до аварии, детально и весьма точно описывали сценарии аварии [2]. При наличии эффективной системы управления рисками в данной сфере подобная авария была бы невозможна.

**Самоорганизация, анализ временных рядов и управление рисками в “быстром времени”.** В большинстве современных алгоритмов управления рисками широко используются концепции, модели и алгоритмы теории самоорганизации или синергетики [4].

В основе этого подхода лежит представление о *параметрах порядка* — ведущих переменных, которые определяют поведение всех остальных характеристик открытой, нелинейной, далекой от равновесия системы. Эти параметры выделяются в ходе эволюции и “подчиняют” все остальные степени свободы системы — “принцип подчинения”, выдвинутый одним из основоположников синергетики Г. Хакеном [5].

Такое поведение дает возможность выявлять универсальные типы поведения в системах различной природы. С одной стороны, это позволяет описывать многие важнейшие, с точки зрения рисков, процессы в рамках одних и тех же *универсальных нелинейных моделей*, отражающих динамику параметров порядка [6].

С другой стороны, явление самоорганизации помогает выявить *универсальные сценарии развития неустойчивостей и опасных процессов*, приводящих к чрезвычайным ситуациям и катастрофам различной природы. Пример этого дает теория режимов с обострением, развитая в научной школе С.П.Курдюмова, сложившейся в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, работы которой получили мировое признание. Теория режимов, при которых одна или несколько характеристик системы неограниченно возрастают за ограниченное время, дает универсальное асимптотическое описание динамики большого класса процессов в системах с сильной положительной обратной связью [7].

Кроме того, универсальность динамики, даже понимаемой на качественном уровне, позволяет предлагать *универсальные алгоритмы прогноза* чрезвычайных ситуаций и катастрофических событий на основе анализа временных рядов — множества измерений состояния системы  $\vec{x}(0), \vec{x}(\Delta t), \vec{x}(2\Delta t), \dots \equiv \{x_i\}$  в последовательные моменты времени, выбранные с шагом  $\Delta t$ . Это особенно важно в случае

мониторинга, диагностики и управления сложными системами, для которых нет динамических моделей вида

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{f}(\vec{x}, t) + \vec{I}(t), \quad (3)$$

где  $\vec{x}(t)$  — характеризует состояние объекта,  $\vec{f}(\vec{x}, t)$  — динамику,  $\vec{I}(t)$  — управление, которые давали бы количественное описание управляемого объекта и позволяли бы предсказывать момент и масштаб катастрофических процессов. Стратегия действий в этом случае будет примерно такой, как при прогнозе землетрясений [3].

1. Высокоточное измерение состояния отдельных элементов объекта. Принципиальные улучшения возможны уже на этом этапе. На кафедре метрологии и взаимозаменяемости МГТУ им Н.Э.Баумана был разработан так называемый *фазохронометрический метод*, позволяющий с высокой точностью измерять неравномерность вращения валов турбин, других ответственных элементов машин и механизмов. Если традиционные методы вибродиагностики и другие подходы дают относительную погрешность измерения  $10^{-2}$ – $10^{-3}$ , то фазохронометрические методы, пришедшие из авиационной и космической техники, дают точность  $10^{-6}$ – $10^{-8}$ . Наличие подобных систем позволяет оценивать реальное состояние агрегатов и в соответствии с ним организовывать ремонтные и профилактические работы.

Однако еще более важно, что системы, имеющие подобные датчики, могут использоваться “в быстром времени”, в автоматическом режиме. Они могут отключать двигатели, турбины, агрегаты за определенное время перед катастрофой, что позволяет сохранить технику и жизни людей. Если бы предложение по установке таких систем на гидростанциях России 5 лет назад было принято, и были созданы соответствующие приборы, то аварии, подобные Саяно-Шушенской катастрофе, в российской гидроэнергетике были бы исключены.

И вновь пример сейсмологии показывает, что “механического” увеличения величины сети и объемов информации, начиная с какого-то уровня, оказывается недостаточно. Нужны и алгоритмы агрегации, и методы прогноза, и системы управления, которые могли бы использовать прогноз. Необходимо создание автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) высокого уровня, позволяющих работать с целым блоком электростанций и систем передачи энергии.

2. При наличии высокоточной информации в ряде случаев нужно оценивать не отдельные элементы объекта, а состояние системы в целом (параметры порядка). Как правило, это связано с вычислением функционалов по результатам измерений. Типичный вид функ-

$$H(\vec{r}, t) = \int_0^t \int_{\Omega} \vec{x}(\vec{\xi} - \vec{r}, t) h(t - \tau) d\vec{\xi} d\tau. \quad (4)$$

Иными словами, определенным образом производится усреднение результатов измерений по времени и пространству, чтобы оценить текущее состояние объекта. Простая аналогия такого подхода. У нас нет хороших математических моделей, позволяющих прогнозировать болезни организма или наступление непогоды. Однако поставив градусник и измерив температуру, либо взглянув на показания барометра, мы можем оценить серьезность недомогания или увидеть приближение бури. Именно поэтому и в медицине, и в метеорологии сейчас делается акцент на краткосрочном прогнозе, анализируются кардиограммы и энцефалограммы, дается прогноз погоды на 2–3 дня. Проблемы возникают со среднесрочным прогнозом критических явлений (например, засухи или аномальных погодных периодов).

В сейсмологии такой подход оказался наиболее успешным при среднесрочном прогнозировании землетрясений. Функционалы, усредняющие определенным образом по времени и пространству данные, позволяют решить эту задачу (см. рис. 1, 2). В наиболее известном и успешном алгоритме М8 [2,8] осреднение результатов измерений проводится в круге, диаметр которого зависит от прогнозируемой магнитуды. На этой основе формируется 8 функционалов, динамика которых постоянно оценивается. Когда 7 из них превышают критическое значение, на определенный срок объявляется тревога.

Пороги, при достижении которых объявляется тревога, подбирается на основе знания о предыдущих авариях и катастрофах и наличии временных рядов, характеризующих состояние системы. Таким образом, наличие базы знаний и базы данных, позволяющих выявлять опасные, предкатастрофические состояния, становится и ключевым результатом мониторинга, и условием успешного управления.

Отметим, что в последние годы были разработаны новые алгоритмы анализа временных рядов для систем с меняющимися параметрами, что особенно важно для управления объектами, в которых возможны кризисы и катастрофы [8, 10]. Как правило, у сильных событий есть предвестники — либо “затишье” — уменьшение числа и интенсивности более мелких событий подобного типа — либо “активизация”. Развитие *теории самоорганизованной критичности* — одного из разделов синергетики — позволило объяснить, в каких случаях имеет первый, а в каких второй сценарий предкатастрофического поведения, построить соответствующие модели и алгоритмы прогноза [12].

**От мониторинга и моделирования к управлению и автоматизации.** В настоящее время существует большой класс математических

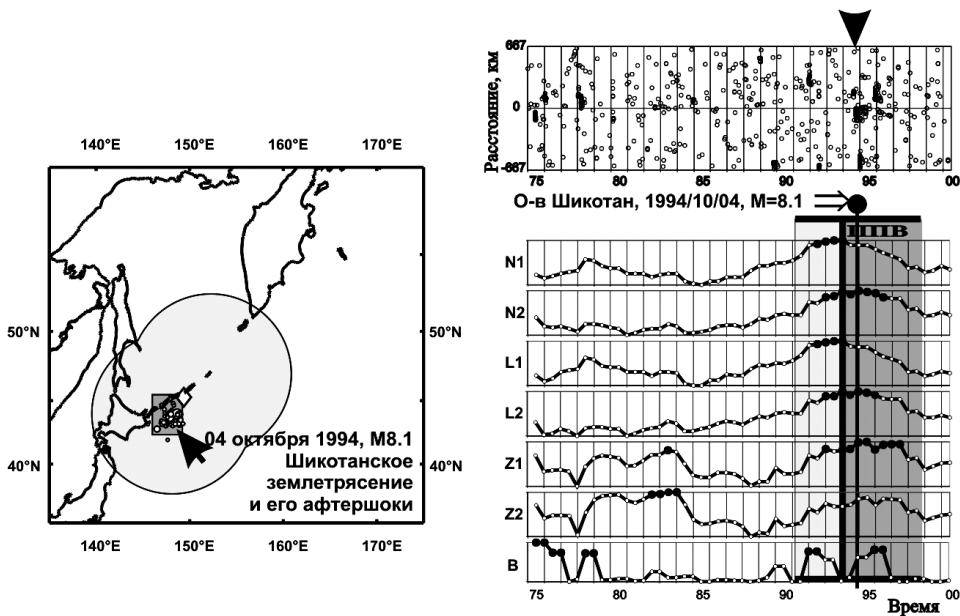


Рис. 1. Пример работы алгоритмов среднесрочного прогноза землетрясений M8 и MSc. Слева — карта прогноза и эпицентры сильнейшего землетрясения и его первых афтершоков. Область тревог, диагностированная алгоритмом M8 показана светло-серыми кругами. Справа — динамика индикаторов

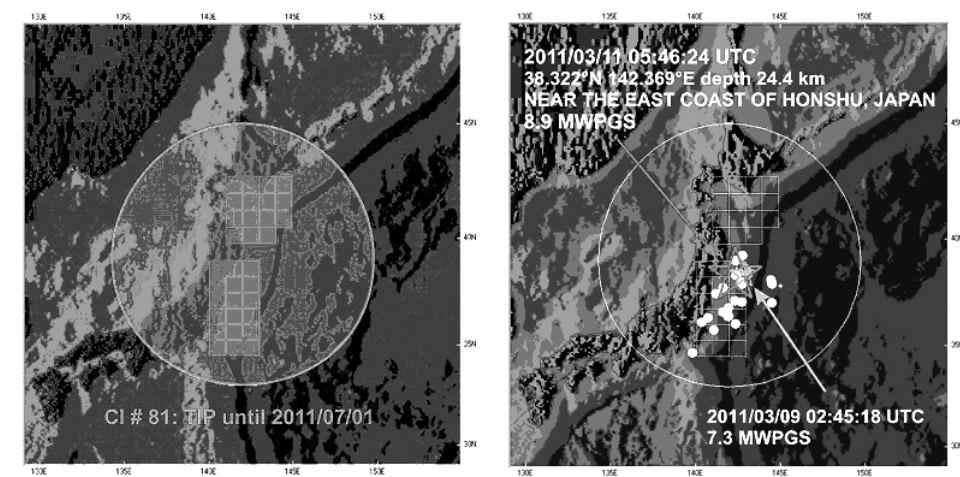


Рис. 2. Глобальный тест алгоритмов среднесрочного прогноза землетрясений M8 и MSc: магнитудный диапазон  $M \geq 8,0$ . Район Японских островов. Слева показан круг, в пределах которого с помощью M8 по состоянию на 1 июня 2010 г. диагностирован Период Повышенной Вероятности (ППВ, англ. TIP) и наиболее опасные области, определенные алгоритмом MSc. Справа отмечены эпицентры мега-взброса 11 марта 2011 г. (звезда) и его первых повторных толчков (белые точки) [9]

моделей опасных явлений и алгоритмов прогноза катастроф. Многие неустойчивости, бедствия и катастрофы последних лет были спрогнозированы более 10 лет назад [3]. И здесь встает вопрос о механизмах и системах управления, которые позволили бы использовать имеющиеся прогнозы и алгоритмы.

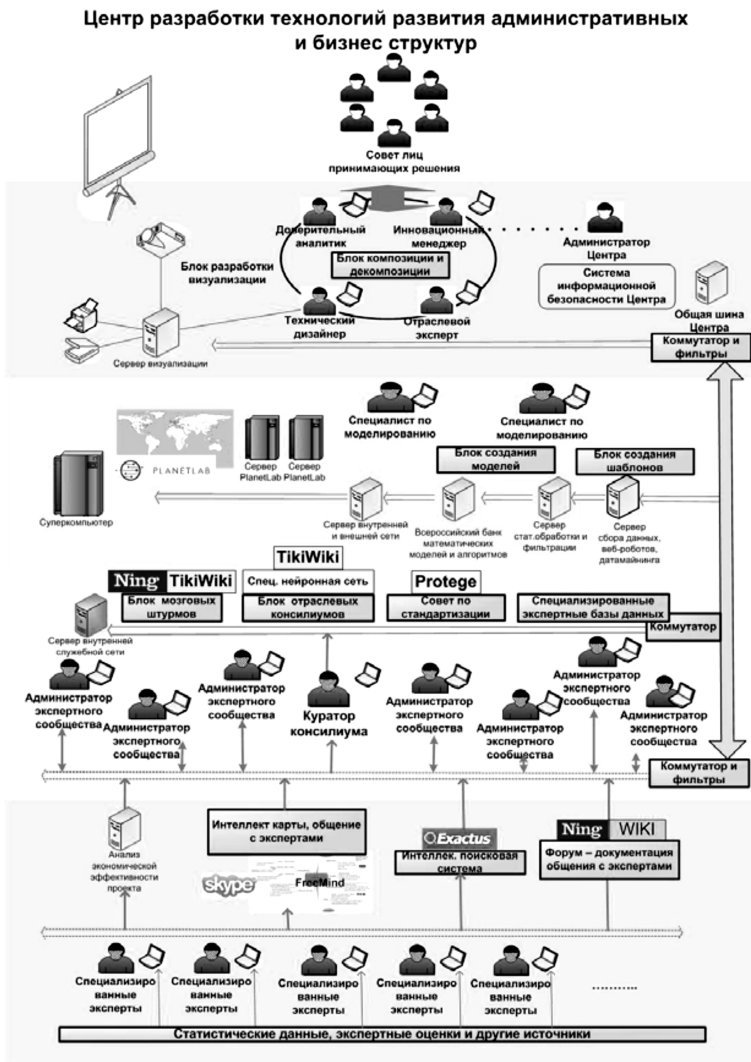
Характерным примером является ситуация с лесными пожарами в России. В 2008 г. в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН по инициативе МЧС РФ была выполнена работа, посвященная этим проблемам. Один из ее выводов состоял в том, что ближайший засушливый год выводит этот тип бедствий на уровень национальной катастрофы. С этой работой было ознакомлено руководство МЧС РФ и РАН, а часть его опубликована в открытой печати [13, 14]. Были даны конкретные рекомендации и показано, что фактическая ликвидация Рослесавиаохраны, сокращение 70 тысяч лесничих, уменьшение соответствующих расходов (они, к примеру, в 120 раз меньше в расчете на гектар леса, чем тратится в Канаде) и созданные организационные структуры лишают возможности адекватно отреагировать на подобную угрозу. К сожалению, рекомендации учтены не были. Сделанный прогноз в полной мере оправдался в 2010 г. Ущерб от чрезвычайных ситуаций жаркого лета этого года, по данным МЧС РФ, оценивается в 900 миллиардов рублей.

Другими словами, отсутствие эффективных механизмов управления и соответствующих систем поддержки принятия решений не позволило воспользоваться имевшимися моделями, алгоритмами и прогнозами. Это заставило на новом уровне вернуться к проблемам управления рисками природных и техногенных бедствий и катастроф с учетом новых вызовов и новых возможностей.

Путь решения ряда управленческих и организационных проблем с использованием вычислительной техники на основе идей кибернетики был намечен в 1970-х гг. в работах Стаффорда Бира [15]. Соответствующий подход был воплощен в системе государственного управления в Чили в переломный момент истории страны и показал весьма высокую эффективность. Эти идеи легли в основу *ситуационных центров*, направленных на предоставление лицам, принимающим решения, имеющейся информации в наиболее ясном и наглядном виде и на организацию процедуры обсуждения, необходимого для выработки решения.

В ходе выполнения ряда проектов, связанных с управлением рисками на отраслевом, региональном и федеральном уровнях, в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН сформировалась концепция построения систем поддержки принятия управленческих решений — *когнитивных центров*. Типовая схема регионального или отраслевого центра представлена на рис. 3.





**Рис. 3. Структурная схема организации когнитивного центра для административных и бизнес структур**

Подобные человеко-машинные системы позволяют, так же как и ситуационные центры, организовывать обсуждение в режиме “консилиума” или “мозгового штурма”, привлекая, при необходимости, территориально удаленных экспертов, находящихся как в стране, так и за ее пределами.

Однако, в отличие от ситуационных центров, они позволяют использовать развитую систему математических моделей, обширные базы знаний, а также применять современные алгоритмы анализа больших информационных потоков и прогноза катастроф [16].

Обратим внимание на несколько сфер приложения подобных систем.

**Управление стратегическими рисками.** Для простых технических систем зависимость плотности распределения наиболее вероятных потерь от чрезвычайных ситуаций  $\rho(x)$  в зависимости от величины  $x$  удовлетворительно описывается гауссовой кривой

$$\rho(x) \approx \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right),$$

где  $\sigma$  — величина дисперсии, дающая в этом случае характерный масштаб потерь. Для таких систем характерна большая статистика, быстрое установление средних, наличие большого количества небольших аварий. Именно на такие массовые процессы “настроены” системы страхования.

Однако аварии на атомных станциях, землетрясения, наводнения, ураганы и ряд других бедствий имеют степенную статистику

$$\rho(x) \approx x^{-\alpha}, \quad 1 \leq \alpha < 2,$$

(такие распределения часто называют распределениями с тяжелыми хвостами). В этом случае ущерб от одной крупнейшей катастрофы может быть сравним или даже превосходить все аварии в данной области. Так, например, ущерб от Чернобыльской аварии пока перекрывает суммарный ущерб от всех других катастроф в атомной энергетике. При этом подобные сверхкрупные события происходят крайне редко, тем не менее, подготовка к ним требует предварительного создания сил, средств, привлечения весьма значительных ресурсов. Необходимо обоснование подобных мер и выбор оптимальных стратегий. Эта важная работа может быть одним из предметов деятельности когнитивных центров.

Предшественниками когнитивных центров были, так называемые, *ситуационные центры*, оснащенные средствами коммуникаций (конференцсвязь и другие средства интерактивного представления информации), предназначенные для оперативного принятия управленческих решений, контроля и мониторинга объектов различной природы, ситуаций и других функций. Сегодня ситуационные центры становятся неотъемлемой частью управленческого процесса.

В 1997 г. был создан Ситуационный центр Президента России. История информационной поддержки принятия управленческих решений во многом связана с авариями, катастрофами и чрезвычайными ситуациями. У нас в стране она началась с Чернобыльской аварии в 1986 году, где для анализа ситуации использовался информационно-аналитический центр (ИАЦ) “Контур”. Следующий импульс развитию СЦ органов государственной власти дало землетрясение в Армении. Решаемые задачи: оценка ущерба, восстановительные работы, логистика. Периодичность обновления данных: два раза в сутки в 8 и 20 часов.

Проведенный анализ показал, что на сегодняшний день большинство СЦ в России сталкиваются со следующими проблемами: нет экспертов; у 83 % нет нормативного обеспечения; у 80% кадровые проблемы, и проблемы с финансированием. При этом 70 % центров планируют развивать работу с экспертами, и 80 % предполагают внедрять новые методы моделирования.

Для современных общественных процессов характерно состояние неустойчивости, турбулентности. Чем сложнее социальная жизнь — тем больше рисков в самом социальном существовании. Социальные процессы выходят из-под контроля, и уже не могут быть скомпенсированы за счет наработанного культурного потенциала. Культура — явление инерционное, и механизмы адаптации вырабатываются в ней постепенно. Необходимость адаптации приводит к появлению в обществе процессов самоорганизации, которые могут носить как созидательный, так и разрушительный характер.

Создаваемые когнитивные (или имеющиеся ситуационные) центры являются информационными технологиями двойного назначения. Они позволяют, во-первых, быстро и эффективно готовить будущих управленцев. Во-вторых, помогают вводить в должность и осваивать системы управления вверенным объектом вновь назначенным руководителям. В-третьих, деловые игры на основе когнитивных центров могут стать инструментом согласования интересов и нахождения компромиссов региональных элит, общественных организаций, предпринимателей.

**Организация командно-штабных учений по отработке действий в случае масштабных стихийных бедствий и технических катастроф.** В середине 1990-х гг. по инициативе первого заместителя министра МЧС РФ Ю.Л.Воробьева были проведены командно-штабные учения с целью выяснить готовность системы государственного управления в условиях масштабных природных и техногенных катастроф. Подобные катастрофы носят системный, “междисциплинарный” характер. Противодействие им требует взаимодействия представителей различных государственных органов и структур. Эта работа привела к очень интересным результатам, позволила по-новому взглянуть на уязвимости техносферы России и недостатки системы госуправления на тот момент. В настоящее время целесообразно было бы вернуться к подобной практике и организовать аналогичную работу, используя когнитивные центры на новом, более высоком уровне. Такая деятельность позволяет готовить антикризисные штабы к действиям в реальных чрезвычайных ситуациях.

**От управления рисками к автоматизированным системам.** Во множестве технических объектов и систем время, которое отпущено операторам на то, чтобы предотвратить катастрофу, слишком мало.

Например, в случае Чернобыльской в распоряжении операторов было не более 30 секунд. Сравнимое время было у диспетчеров системы энергоснабжения в США в 2003 г. перед аварией, в результате которой без света осталось более 50 миллионов человек. Здесь необходимы автоматические системы, отработка действий которых и прояснение далеко не всегда очевидных последствий и сценариев развития аварий может проводиться на основе когнитивных центров.

**Подготовка кадров.** В ходе “революции управляющих” существенно возросла роль секретарей, которые смогли освободить лиц, принимающих решения, от большей части рутинной работы. Широкое использование ситуационных центров заставило обучать будущих управленцев пользоваться подобными инструментами. В частности, в Российской академии государственной службы при Президенте РФ имелись и активно использовались 4 подобные центра. (В преамбуле этой организации — Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ эти центры были ликвидированы за ненадобностью.)

Когнитивные центры — более сложный и эффективный инструмент. Работа с ним позволяет, с одной стороны, принимать более точные и быстрые решения. С другой стороны, надо готовить специалистов, умеющих работать с такими системами — специалистов по моделированию и проектированию будущего, инновационных менеджеров, доверительных аналитиков, мастеров технического дизайна. Программы подготовки таких специалистов подготовлены в научно-образовательном центре ИПМ им. М.В. Келдыша РАН В.В. Шишовым. Часть их апробирована в Международном университете природы, общества и человека “Дубна”. Систематически такие кадры пока, к сожалению, не готовятся. Мы находимся на пороге *новой революции в управлении*, создания *когнитивной отрасли промышленности* и недостаток подготовленных кадров может стать ахиллесовой пятой для большинства российских систем государственного и корпоративного управления.

**Выводы.** Проведенный анализ показывает, что:

- необходима коренная модернизация *системы управления энергетическими объектами России* с учетом реального состояния отрасли, новых проблем и новых технических возможностей;

- необходимо создание *Национальной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной техногенной и социальных сферах* (на территории России находится более 50 000 опасных и около 5 000 особо опасных объектов). Управление рисками в ближайшие годы должно стать одним из главных приоритетов всей системы государственного управления;

● необходимо резкое повышение *уровня наблюдаемости* энергетических, химических, транспортных и других опасных объектов на основе новых физических принципов NBIC (Nano-Bio-Info-Cognito) технологий, создания информационно-управляющих систем (неудовлетворительно пока обстоят дела с космическим сегментом мониторинга опасных природных процессов — в настоящее время Россия имеет только 1 спутник дистанционного зондирования Земли, ориентированный на эти цели);

● *следует рассматривать сферу управления стратегическими рисками, как важную область международного сотрудничества*, в частности со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (более 200 миллиардов долларов потерь в результате бедствий и катастроф из 370 миллиардов в 2011 г. приходится именно на этот регион). Многие проблемы здесь могло бы решить создание Международного авиаотряда быстрого реагирования на основе парка тяжелых, многофункциональных, гражданских самолетов типа Ил-76 и Ан-124 и баз с запасами товаров, продуктов и оборудования, необходимого в случае бедствий и катастроф в странах региона. Помимо срочной доставки оборудования и спасателей, больших объемов гуманитарных грузов, мобильных госпиталей, уникальные рамповые самолеты позволят разработать и внедрить технологии по борьбе с катастрофическими пожарами и нефтяными загрязнениями с воздуха, а также осуществлять десантирование техники и людей;

● крайне желательно возвращение к практике системных, “междисциплинарных” командно-штабных учений в области управления рисками природных и техногенных катастроф, “гипотетических аварий” с использованием когнитивных центров;

● весьма важно извлечь уроки и “проиграть” альтернативные варианты катастроф опасных объектов в контексте как мирного, так и военного времени;

● необходимо организовать подготовку специалистов, готовых развивать и поддерживать функционирование отраслевых, региональных и корпоративных когнитивных центров. Следует готовить руководителей к использованию появившихся возможностей.

*Работа была поддержана грантом РГНФ (проект 12-03-00387) и грантами РФФИ (проект 11-06-00471 и проект 12-06-00402).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М а л и н е ц к и й Г. Г., К а п е л ь к о О. Н. Отходы, аварии и уроки Фукусимы // Рециклинг отходов. 2011. № 5 (35). С. 14–21.
2. М а л и н е ц к и й Г. Г., П о д л а з о в А. В., К у з н е ц о в И. В. О национальной системе научного мониторинга // Будущее и настоящее России в зеркале синергетики. Изд. 2-е М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011. С. 133–165.

3. Владимирова В. А., Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г.Г. и др. Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М: Наука, 2000. 431 с. (Серия “Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения”).
4. М а л и н е ц к и й Г. Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Изд. 5-е. М: Издательство ЛКИ, 2007. 312 с. (Серия “Синергетика: от прошлого к будущему”).
5. Х а к е н Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 406 с.
6. М а л и н е ц к и й Г. Г., П о т а п о в А. Б., П о д л а з о в А. В. Нелинейная динамика. Подходы, результаты, надежды. М: КомКнига, 2006. 280 с. (Серия “Синергетика: от прошлого к будущему”).
7. Р е ж и м ы с о б о с т р е н и е м. Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур. М.: Наука, 1998. 235 с. (Серия “Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения”).
8. К о с о б о к о в В. Г., Х и л и Дж. Х., Дьёуи Дж. У., Хохлов А. В., Кейлис-Борок В. И. Проверка алгоритма среднесрочного прогноза землетрясений: схема теста в реальном времени, и результаты ретроспекции // Доклады Академии наук. 1992, Т. 325, № 1. С. 46–48.
9. К о с о б о к о в В. Япония – прогноз и реальность, Вестник ОНЗ РАН, 2011, т.3. URL: [http://onznews.wdcb.ru/news11/info\\_110309.html](http://onznews.wdcb.ru/news11/info_110309.html) (последнее обращение 23.07.2012)
10. К у з н е ц о в И. В. Методы прогноза кризисов по временным рядам // Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. Под ред. А.А. Акаева, А.В. Коротаева, Г.Г. Малинецкого. М.: ЛКИ/URSS, 2010. 352 с. С. 131–141.
11. О р л о в Ю. Н., О с м и н и н К. П. Нестационарные временные ряды: Методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011. 384 с.
12. S h a p o v a l A., S h n i r m a n M. How size of target avalanches influences prediction efficiency // International Journal of Modern Physics C. 2006. V. 17, No. 12. P. 1777–1790.
13. К у д р я в ц е в М. Ю., Л у к и н В. В., М а л и н е ц к и й Г. Г. и др. Проблемы тушения лесных пожаров на территории Российской Федерации // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. 2008. № 34. 21 с.
14. К у д р я в ц е в М. Ю., Л у к и н В. В., М а л и н е ц к и й Г. Г. и др. Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации // Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша РАН. 2008. № 35. 27 с.
15. С т а ф ф о р д Б. Мозг фирмы. М.: Едиториал УРСС, 2005. 416 с.
16. М а л и н е ц к и й Г. Г., М и т и н Н. А., М а н е н к о в С. К., Ш и ш о в В. В. Когнитивный вызов и информационные технологии // Вестник РАН. 2011. Т. 81, № 28. С. 711–716.

Статья поступила в редакцию 27.07.2012