

КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВЫСОКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В МЕГАПОЛИСАХ: ОТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ К УПРАВЛЕНИЮ СТОЙКОСТЬЮ

И.А. Кириллов, вед. науч. сотр. Национального Исследовательского Центра «Курчатовский Институт», канд. физ.-мат. наук, *Kirillov.Igor@gmail.com*

С.В. Клименко, гл. науч. сотр. Института физико-технической информатики, д-р физ.-мат. наук, проф. г. Протвино, *Stanislav.Klimenko@gmail.com*

А.С. Клименко, науч. сотр. Института физико-технической информатики, г. Протвино, *Andy.Klimenko@gmail.com*

С.А. Мещерин, науч. сотр. Института физико-технической информатики, г. Протвино, *Sergey.Metcherin@gmail.com*

В статье обосновывается необходимость новой парадигмы комплексного обеспечения безопасности систем высокой ответственности в мегаполисах. На примере катастрофы 9/11 показана методологическая ограниченность анализа и управления риском как концептуального подхода к обеспечению безопасности для чрезвычайных ситуаций с множественными угрозами. Описаны основные тенденции и нерешенные научные проблемы в современных исследованиях безопасности сложных систем. Предложено в качестве дополнительного целевого индикатора безопасности использовать концепцию стойкости.

Ключевые слова: мегаполисы, системы высокой ответственности, безопасность, парадигма.

COMPLEX SECURITY SYSTEMS OF HIGH RESPONSIBILITY IN MEGACITIES: FROM RISK MANAGEMENT TO RESISTANCE MANAGEMENT

I.A. Kirillov, Leading Scientific Researcher, National Research Centre «Kurchatov Institute», Ph.D. of Physics and Mathematics, *Kirillov.Igor@gmail.com*

S.V. Klimenko, Chief Scientific Researcher, Institute of Physics and Technology Informatics, Ph.D. of Physics and Mathematics, Professor, Protvino, *Stanislav.Klimenko@gmail.com*

A.S. Klimenko, Scientific Researcher, Institute of Physics and Technology Informatics, Protvino, *Andy.Klimenko@gmail.com*

S.A. Meshcherin, Scientific Researcher, Institute of Physics and Technology Informatics, Protvino, *Sergey.Metcherin@gmail.com*

The article proves the necessity of a new paradigm of integrated security systems of high responsibility in the megacities. For example, the catastrophe of 9/11 shows the methodological limitations of the analysis and risk management as a conceptual approach to security for emergency situations with multiple threats. The main trends and unresolved scientific issues in contemporary security studies of complex systems are described herein. The concept of stability is proposed to be used as an additional target indicator of security.

Key words: population, system of high responsibility, security, paradigm.

Проблема безопасности в мегаполисах. Дом (в более общем смысле – инженерная среда обитания Человека) был и будет в большинстве случаев последним рубежом защиты Человека. Гражданская инженерная среда и ее критически важные элементы, так называе-

мые системы высокой ответственности¹ (СВО) – созданные человеком строительные сооружения (здания – особенно высотные и уникальные, крупные транспортные узлы, мосты), гидротехнические сооружения (дамбы, плотины), заводы, системы инженерно-технического обеспечения – источники и сети энерго-, водо-, газоснабжения и т. д. – обеспечивают насущные потребности человеческой жизнедеятельности.

С древних времен люди верили, что «мой дом – моя крепость». Сегодня это утверждение должно быть, по меньшей мере, проверено и обосновано. Хрупкость нынешнего относительно комфортабельного и безопасного мира, в частности, внутри и на основе гражданской инфраструктуры, огромна. Старение инженерной инфраструктуры, все возрастающие частота и масштаб негативных последствий природных и техногенных катастроф, постоянная нехватка ресурсов для своевременного технического обслуживания эксплуатируемых систем, восстановления разрушенных являются, к сожалению, атрибутами современной жизни.

Хорошо функционирующая в нормальных условиях, слабо чувствительная к опасным воздействиям в условиях чрезвычайных ситуаций и быстро восстанавливающаяся после катастрофы гражданская инженерная среда жизненно необходима для людей и общества.

Существующая инженерная среда уязвима к природным опасностям и злонамеренным угрозам террористического или криминального характера. Особенно высока уязвимость инженерной среды в городах (особенно в мегаполисах), где велика плотность людей, велика концентрация логистических потоков (людей, товаров, энергоносителей, информации), и вблизи критически важных элементов государственной инфраструктуры – рядом с потенциально опасными инженерными объектами (АЭС, ГЭС, защитные дамбы, транспортные узлы, мосты и т. д.).

Методы комплексного обеспечения безопасности людей, в частности, в мегаполисах по отношению к множественным (комбинированным или действующим последовательно) угрозам природного, техногенного и террористического характера были и в ближайшее время будут одними из наиболее актуальных научных и практических проблем [1].

По оценкам ООН (см. рис. 1) [3] в ближайшее десятилетие более половины населения Земли будет проживать в мегаполисах. Это значит, что будут расти как существующие города, так и плотность населения в них. Это, в свою очередь, значит, что гражданская инженерная среда будет непрерывно развиваться.

Повышение *плотности населения* в городах, изменения в структуре инженерной среды – *рост количества* высотных зданий, многофункциональных торгово-развлекательных центров, многофункциональных транспортных коридоров и узлов, *повышение концентрации* энерго-, информационных и логистических потоков, существенный *рост сложности и взаимозависимости социальных и технических подсистем* с неизбежностью приведут к еще большей уязвимости инженерной среды в РФ (где нет традиции равномерного распределения городских поселений по территории – в отличие от европейского или североамериканского уклада жизни) к природным и техногенным опасностям, террористическим и криминальным угрозам.

За последнее десятилетие риски чрезвычайных ситуаций (ЧС) различной природы, и их влияние на общество непрерывно возрастали – на рис. 2 [2–4] показана статистическая информация, зафиксированная в Международной базе данных катастроф (International Disaster Database – [4]) на основе первичных данных страховой компании Munich Re (Германия), Агентства помощи зарубежным пострадавшим в катастрофах (OFDA – Office of Foreign Disaster Assistance – США), и Исследовательского центра эпидемиологии катастроф (CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Бельгия).

Даже поверхностный анализ указанных выше тенденций позволяет предположить, что безопасность в мегаполисах в ближайшие десятилетия будет вопросом номер один. Увеличение частоты и тяжести последствий угроз различной природы заставляет развивать как

¹ В зарубежной литературе часто используется термин – критически важная инфраструктура (critical infrastructure). Прим. авт.

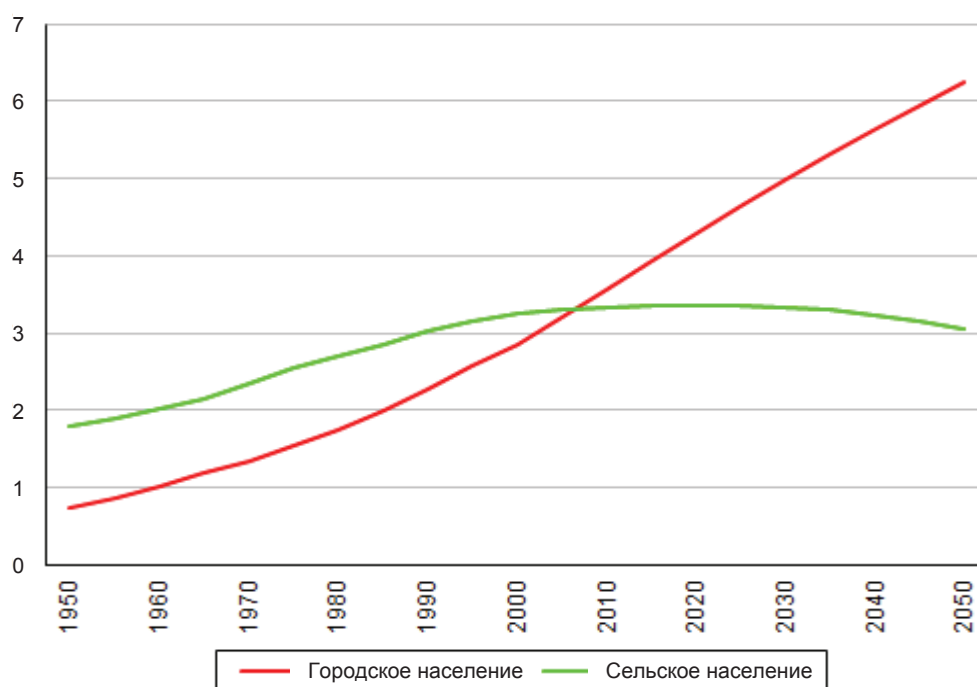


Рис. 1. Соотношение городского и сельского населения Земли (по оценке комиссии ООН)

отдельные «отраслевые» методы и теории безопасности (для пожаров, землетрясений, и т. д.), так и саму концептуальную основу комплексного обеспечения безопасности.

Эволюция концепций безопасности. После катастрофы «9/11» (террористической атаки на Центр Всемирной Торговли в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г.) во многих развитых странах были инициированы многочисленные исследовательские проекты и долговременные научно-практические программы разработок в предметной области «комплексное обеспечение безопасности мегаполисов от множественных опасностей/угроз».

Анализ открытых источников информации и личные интервью с некоторыми ключевыми зарубежными исследователями и практиками – экспертами в комплексном обеспечении безопасности систем высокой ответственности – позволил выделить следующие тенденции в современных исследованиях:

1. Необходимость учета множественных (в частности – комбинированных) опасностей/угроз. Жители современных городов и, особенно, мегаполисов подвергаются разнообразным опасностям и угрозам, которые могут действовать как одновременно, так и последовательно. Террористическая атака на Центр Мировой Торговли в Нью-Йорке, цунами и затем авария на АЭС Фукусима в Японии – вот только наиболее известные в мире ЧС, которые заставляют пересмотреть существующие подходы к обеспечению комплексной безопасности и антитеррористической защищенности национальных и мировых социо-технических систем высокой ответственности.

Особая роль при этом отводится явному и непосредственному учету *множественных (комбинированных) опасностей и угроз*. В предыдущие десятилетия системный ответ на отдельные (изолированные или специфические) опасности (пожара, наводнения и т. д.) давался, как правило, в виде организации и функционирования специализированного государственного ведомства, ответственного за защиту от одной конкретной угрозы (террористической, общественного порядка и т. д.).

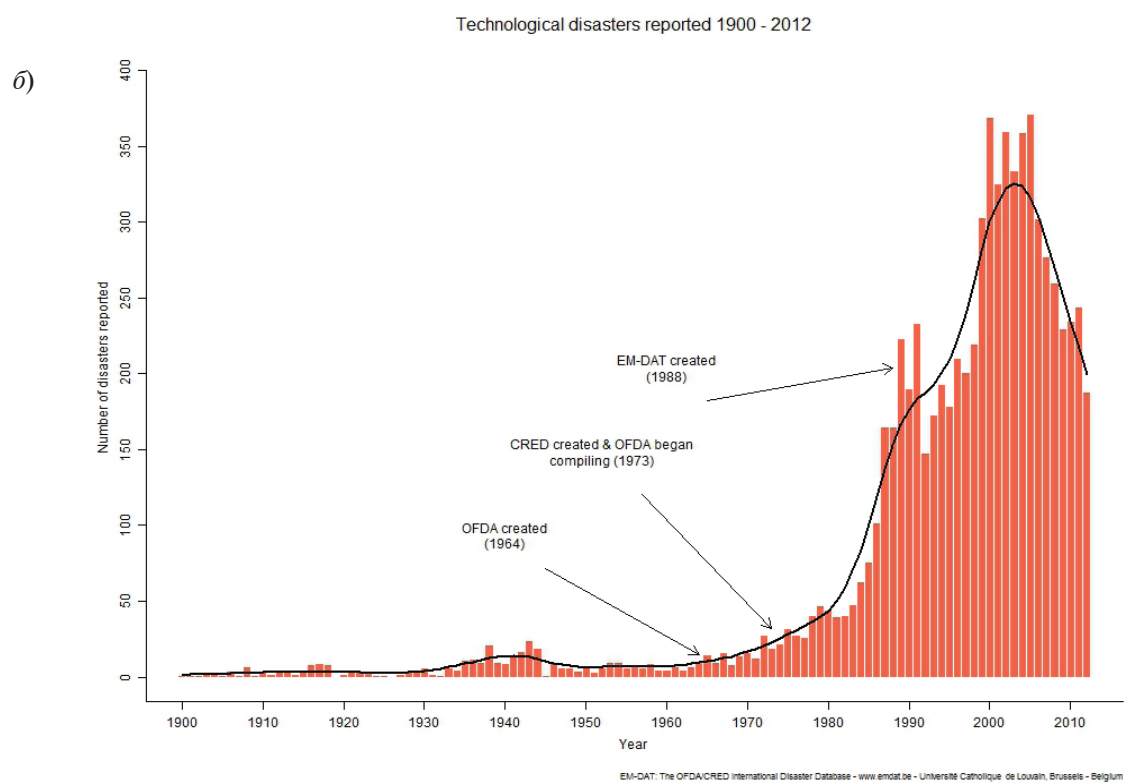
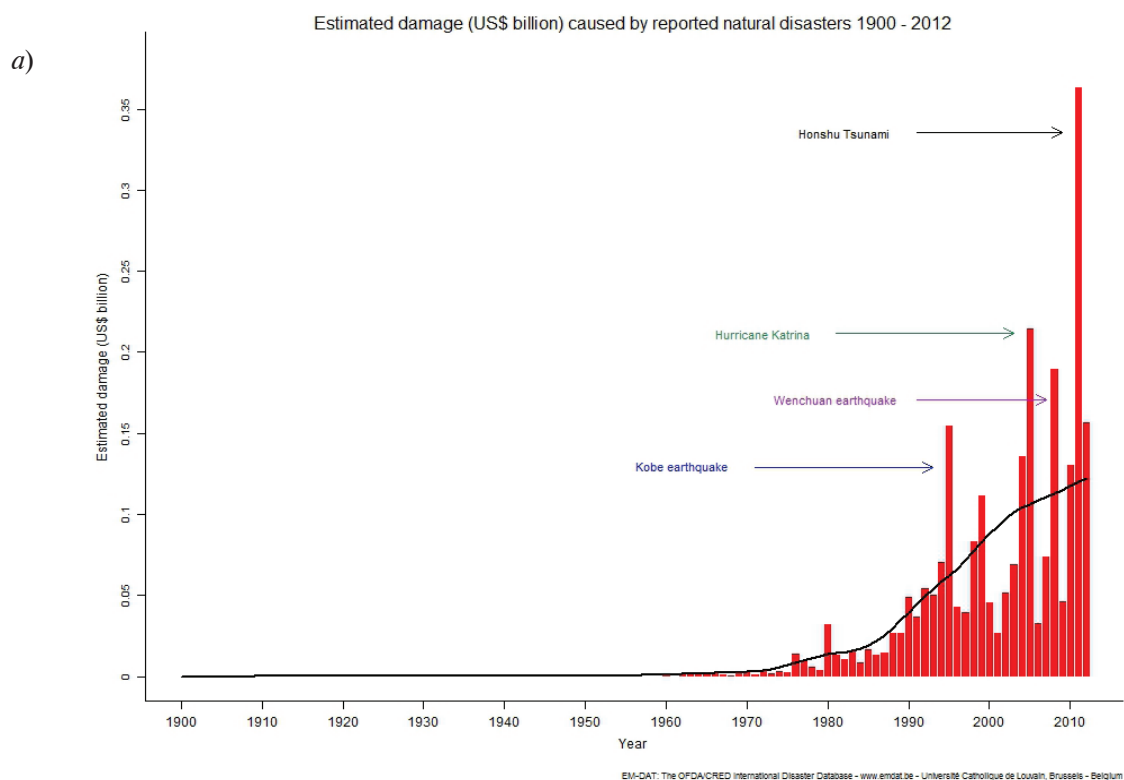


Рис. 2. Масштабы и динамика рисков природных катастроф (а) и чрезвычайных ситуаций, обусловленных человеком (техногенных и террористических) (б), по материалам OFDA, CRED, Munich Re

Возрастающая сложность мегаполисов, повышение удельной энергоемкости систем жизнеобеспечения, усложнение технических и информационных инфраструктур, увеличение скорости взаимодействия и взаимозависимости различных государственных, социальных и технических подсистем современного общества повышают как уязвимость отдельных граждан перед лицом новых вызовов и угроз, так и долговременную устойчивость государственных институтов и общественных сетей и делает, как показывает практика, неэффективным использование «моно» подхода к обеспечению безопасности. В многочисленных научных работах, выступлениях экспертов-практиков указывается на необходимость выработки более интегрированного, всеобъемлющего, системного подходов к обеспечению безопасности мегаполисов.

Трагедия 9/11 ясно показала уязвимость одного из видов систем высокой ответственности – высотных зданий – к множественным (комбинированным) опасностям. Именно сочетание (а не отдельный вид угрозы) опасных факторов – механический удар, быстропротекающий взрыв топливно-воздушной смеси и продолжительный пожар – привело к обрушению здания, гибели множества людей, нарушению работы большого количества организаций. Башни ВТЦ имели достаточный запас прочности, чтобы противостоять механическому удару и последующему взрыву внутри здания, однако их живучести не хватило для предотвращения обрушения вследствие пожаров. Другими словами, стойкость башен к множественным опасностям была недостаточной.

Из-за отсутствия знаний о синергетическом (совместном) действии комбинированных опасностей (в частности – моделей обрушения под действием множественных опасных факторов) никто из узкоспециализированных экспертов – ни специалисты в пожарной защите, ни эксперты во взрывном деле, ни инженеры-строители – не были в состоянии предсказать ни механизм обрушения, ни оставшееся (после удара самолета) время до обрушения. Вместе с тем, именно время до обрушения является жизненно важным параметром, значение которого необходимо для организации эвакуации, стратегии и тактики борьбы с огнем.

Различные типы комбинированных опасностей угрожают также другим типам инженерной среды систем высокой ответственности – многофункциональным торгово-развлекательным комплексам, многоуровневым транспортным терминалам (метро – железная дорога – наземный транспорт) и т. д.

Проблема множественных опасностей известна давно. После крупных землетрясений помимо восстановления разрушенных домов приходилось бороться с пожарами, иногда катастрофическими. Эпицентр землетрясения в 1923 г. в Японии находился в Йокогаме (90 км от Токио). Однако, землетрясение было только инициатором катастрофы. В Токио было разрушено меньше зданий, чем в Йокогаме (в процентном отношении), но здесь также повсеместно начались пожары, разносимые сильным ветром, которые и причинили наибольший ущерб (многократно превышающий ущерб от землетрясения). Спасаясь от подземных толчков и пожаров, жители бежали на открытые пространства – площади, парки, – но это не всегда помогало. На одной из площадей Токио погибло около 40 тыс. человек – они задохнулись, когда загорелись окружающие площадь дома. Противопожарные средства уцелели, но землетрясение разрушило водные магистрали города, во многих случаях пожарная техника не могла проехать по узким улицам. В конечном итоге подземные толчки и пожары уничтожили около половины строений города.

Указанные выше примеры иллюстрируют тот факт, что в настоящее время проблема множественных угроз не решена ни на уровне научно-инженерного понимания, ни на нормативно-правовом ни в одной стране мира. В ближайшем будущем маловероятно, что растущая сложность инфраструктуры мегаполисов, высокая степень взаимозависимости различных подсистем, высокая концентрация энергии и людей в городах будут снижать остроту указанной проблемы множественных угроз. Трагедия 9/11 и авария на АЭС Фукусима только акцентировали внимание на актуальности понимания, количественного моделирования

и предсказания чрезвычайных ситуаций, в которых имеет место комбинация множественных (комбинированных) опасных факторов.

2. Как обеспечить разумно быстрый и экономически обоснованный возврат к нормальному состоянию системы высокой ответственности после ЧС? После каждой катастрофы люди восстанавливают окружающую их инженерную среду. Однако, как видно из статистики последнего десятилетия, требуемые ресурсы (людские, материальные, финансовые, временные) для восстановления СВО непрерывно растут. Восстановление критически важных функций ключевых элементов инженерной среды должно проводиться в первую очередь для того, чтобы обеспечить оптимальные условия для восстановления других элементов инженерной среды. Вопрос в том – как проводить восстановление СВО с максимально возможной скоростью и минимально ценой с сохранением необходимого качества работ? Как расставлять приоритеты для первоочередных работ? Какие метрики (средства и единицы измерения) и критерии (как функциональные, так и экономические) должны быть использоваться для планирования и выполнения работ по восстановлению?

Сегодня упомянутые вопросы не возникают на стадии проектирования и строительства СВО, поскольку данные вопросы не отражены ни в нормативной базе, например, строительной отрасли, ни в законах, связанных с безопасностью. В настоящее время сложная, масштабная, междисциплинарная работа по поиску ответов на указанные выше вопросы в послеаварийной фазе ЧС ведется по ad hoc принципу («как получится»), в основном, на основе администрирования (как правило – в «ручном режиме») или эмпирического опыта (если такой имеется) без разумно достаточного научно-технического обоснования и без проверенных на практике, удобных к использованию в условиях ЧС инженерных методик и технологий.

3. Какими средствами и механизмами защищаться от множественных опасностей/угроз? Традиционные средства обеспечения безопасности, используемые в технике (строительстве, химической промышленности, энергетике) – точное следование нормам при проектировании, высокое качество инженерных работ, использование прочных и высококачественных материалов, полноценное и своевременное техническое и организационное обеспечение надежности узлов и механизмов – непрерывно улучшаются. Однако, достаточно ли их для защиты людей от всего спектра возможных опасностей и угроз – природных, техногенных, террористических? Особенно, если угрозы могут реализоваться последовательно (практически одновременно) или параллельно?

Две наиболее крупных катастрофы начала этого века – обрушение Центра всемирной торговли (ЦВТ) в США (удар – взрыв – пожар) и разрушение АЭС Фукусима в Японии (землетрясение – цунами – тяжелая авария на АЭС – наглядно показали, что в случае реализации множественных опасностей/угроз ни высокая живучесть несущей конструкции здания (удар самолета и взрыв авиатоплива не оказали решающего воздействия на механизм обрушения) в случае ВТЦ, ни технические системы защиты, объединенные в несколько эшелонов защиты и сертифицированные на сейсмостойкость, в случае АЭС Фукусима, не смогли минимизировать число жертв, минимизировать время восстановления («возврата в норму») и минимизировать материальные и финансовые затраты на восстановление.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие достигнут значительный прогресс в устранении наиболее важных выявленных «лакун» как в понимании проблем комплексного обеспечения безопасности, так и в организации работы по повышению уровня защищенности систем высокой ответственности, можно утверждать, что сегодня не существует логически непротиворечивой, системной, детально прописанной концепции (парадигмы), которая отражала бы реальную уязвимость инженерной среды систем высокой ответственности к чрезвычайным ситуациям, в которых реализуются множественные опасности и/или угрозы. Упомянутая парадигма отсутствует как на эмпирическом уровне – у политиков, в органах государственного управления, в уполномоченных ведомствах (МЧС, скорая помощь, и т. д.) – так и на уровне современных научных знаний и инженерных технологий.

4. **От фрагментарного анализа и оценки рисков к системному риск-информированному принятию решений.** В условиях постоянно растущего дефицита доступных к использованию ресурсов (материальных, людских, экспертных), старения основных фондов, роста ограничений возможностей государства по экономическим, политическим и социальным причинам, повышение безопасности страны в отношении всего комплекса опасностей/угроз (а не отдельных – пусть и наиболее часто встречающихся – пожар, наводнение, землетрясение) и ее ключевых систем высокой ответственности становится все более сложной и ответственной задачей. Существующая парадигма комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности, основанная на управлении рисками (см. рис. 3), с одной стороны, пока еще обеспечивает приемлемый уровень рисков от отдельным видам угроз (но не для множественных угроз), а с другой стороны, по-видимому, уже близка к исчерпанию своих возможностей и настоятельно требует своего развития и модернизации.

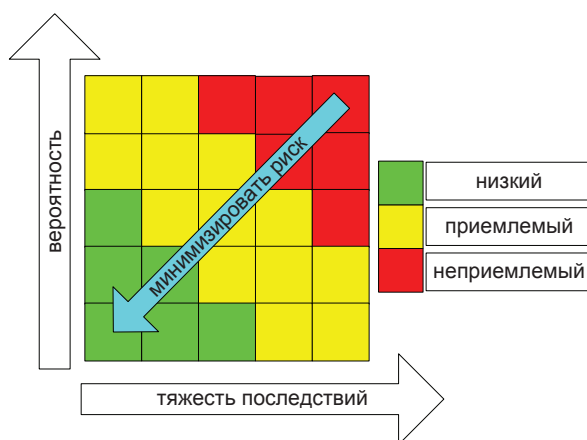


Рис. 3. Существующая парадигма комплексного обеспечения безопасностью и антитеррористической защищенностью («управление рисками») – минимизировать риски путем снижения вероятности (частоты) и/или последствий чрезвычайных ситуаций

Наиболее развитой в настоящее время методологией оценки опасностей различной природы является *анализ и оценка рисков*. Риск есть произведение вероятности нежелательного события на ущерб, вызываемый этим событием. Оценка риска есть процесс сравнения результатов анализа риска относительно некоего значения риска, выбираемого в качестве «эталона». Чем выше риск – тем опаснее угроза. Большинство методологий анализа и оценки риска, используемых в настоящее время в развитых странах для обеспечения приемлемого уровня безопасности систем высокой ответственности, используют численные значения риска в качестве целевой функции (критерия для принятия решений). Анализ и оценка рисков как научно-обоснованный метод обеспечения безопасности систем высокой ответственности получил признание в 1980-х годах в научной и инженерной среде. В 1990–2000 гг. данная концепция была ассимилирована системами государственного управления и крупными корпорациями сначала в Великобритании и Нидерландах, затем в США, Японии, Австралии и Новой Зеландии, скандинавских странах – другими словами во всех странах с высоким уровнем жизни и передовой промышленной и информационно-коммуникационной инфраструктурой. В России культура анализа и управления рисками стала системно развиваться во второй половине 1990-х на основе подходов, перенимаемых от скандинавских стран в топливно энергетическом комплексе (компании Statoil, Норвегия), DNV (Нидерланды, Норве-

гия), от Нидерландов в промышленной безопасности и пожарной безопасности (исследовательский центр TNO, Нидерланды). Перенос знаний и навыков осуществлялся сначала на инициативной основе отдельных государственных учреждений и частных компаний (в основном в страховании, банках, связанных с нефтегазовой отраслью). Завершился данный этап образованием Российского корпуса спасателей на правах Государственного комитета РСФСР (ныне – МЧС РФ). Принятие постановления Правительства РФ о создании российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях [6] послужило политическим сигналом к модернизации системы комплексного обеспечения безопасности страны на новой методологической основе. Институционально переход выразился в образовании региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий на базе территориальных управлений гражданской обороной военных округов СССР.

До аварий на АЭС – Three Mile Island в США в 1979 г. и Чернобыльской в СССР в 1986 г. – методологической основой обеспечения безопасности технических систем высокой ответственности (системы вооружений, АЭС, опасные производства) была *теория надежности*. Система (прибор, организация, здание и т. д.) считалась надежной или безопасной (различие между сутью терминов не осознавалось), если вероятность (частота) ее отказов (поломки, невыполнения приказа, обрушения) были ниже некоторого порогового значения. Минимально допустимое значение индикатора надежности (критерий надежности) устанавливалось в нормативных или регулирующих технических документах. Считалось, что чем выше надежность системы, тем выше безопасность ее работы или использования. Последствия отказа в расчет не принимались.

Катастрофические последствия выброса большого количества опасных веществ на химическом заводе в г. Бхопал (Индия), выброс радиоактивности на Чернобыльской АЭС и другие тяжелые аварии продемонстрировали ограниченность парадигмы надежности для обеспечения безопасности людей, окружающей среды, государства и стимулировали в 1970–1980-х годах научные поиски в области анализа и оценки риска и обеспечили методологическую основу для создания и внедрения в практику новой управленческой технологии – управления рисками.

В Российской Федерации реализация ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года», инициированная МЧС позволила *начать переход* от директивных (предписывающих) методов обеспечения безопасности к риск-информированной системе принятия решений и управления защитой населения.

В качестве научной методологии использовались наработки по анализу и оценке риска, которые были развиты в 1960–1980-х годах в военном деле [6], атомной энергетике [7], химической промышленности [8], полученные, в основном, зарубежными исследователями. Например, в атомной энергетике это научно-исследовательские программы, организованные Министерством энергетики – Department of Energy (DOE) и Комиссией по ядерному регулированию – Nuclear Regulatory Commission в США, Научно-техническим обществом по безопасности установок и реакторов – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH в Германии, Комиссариатом по ядерной энергетике – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) во Франции. Догоняющий характер работ по внедрению риск-информированных подходов был обусловлен рядом объективных причин, поскольку финансирование данных исследовательских направлений в СССР в 1980-х и в РФ в начале 1990-х практически отсутствовало.

В рамках действующей в настоящее время концепции управления рисками (например, в МЧС, в таможенной службе РФ) основной упор делается как на предупреждении и предотвращении опасностей/угроз (снижении частот/вероятностей критических событий), так и смягчении последствий чрезвычайных ситуаций (снижение их тяжести). Здесь для обеспе-

чения безопасности системы необходимо, чтобы, во-первых, она была надежной (малая вероятность отказа или нежелательного иницирующего события), и, во-вторых, для маловероятных, но связанных с крупномасштабным ущербом сценариев чрезвычайной ситуации (так называемая проблема маловероятных катастрофических сценариев), должны быть предусмотрены специальные системы защиты и/или системы смягчения последствий, спроектированные на принципах эшелонированной защиты.

5. Поиск инновационной парадигмы комплексного обеспечения безопасности мегаполиса в условиях множественных опасностей/угроз – стойкость как мера безопасности. Проблема множественных угроз является частью более общей, многоуровневой и междисциплинарной проблемы – как обеспечить безопасность и стойкость инженерной среды мегаполисов (их способность сопротивляться опасным факторам при их кратковременном действии, адаптироваться при долговременном воздействии, сохраняя способность выполнять свои функции, и восстанавливаться после ЧС) в условиях множественных опасностей? Какое системное свойство систем высокой ответственности использовать в качестве меры безопасности? Как на основе выбранной ключевой меры (метрики, индикатора) безопасности строить системы управления безопасностью (ситуационные центры, технические нормативы/стандарты и т. д.), какие технические средства и организационные механизмы разрабатывать?

После двух наиболее известных катастроф прошедшего десятилетия – террористической атаки на Центр мировой торговли в Нью-Йорке и аварии на АЭС Фукусима – неадекватность существующей парадигмы комплексного обеспечения безопасности требованиям времени стала очевидной. В обоих случаях специализированные ведомства и в США, и в Японии имели значительные ресурсы, опыт и механизмы для снижения рисков и предотвращения катастроф, однако не смогли ими воспользоваться эффективно.

Общим [9] для обоих упомянутых катастроф было то, что:

1. Отсутствовало совместно используемое (разными ведомствами) осознание ситуации [10]. Полиция и пожарные использовали более 5 видов связи (проводной и беспроводной), однако отсутствие единого информационного поля (фактически единого стандарта межведомственной передачи информации) и единой, интерактивно взаимодействующей информационно-коммуникационной сети не дало возможности своевременно скоординировать совместные усилия отдельных кризисных центров, действовавших в полиции, в пожарном департаменте и в мэрии Нью-Йорка.

2. Существующие (в момент террористической атаки) уязвимости системы высокой ответственности (в катастрофе 9/11 это – недостаточная производительность пожарных насосов в здании торгового центра, низкая огнестойкость противопожарной облицовки несущих конструкций после недавнего ремонта) не были выявлены, поскольку инженерные методики оценки уязвимости критически важных элементов и сама постановка вопроса об анализе уязвимости отсутствовали.

3. Адаптационные возможности как самих систем высокой ответственности (живучесть несущей конструкции здания торгового центра, производительность инженерных систем эвакуации людей и противопожарной защиты), так и их ближайшего окружения (топология и производительность водопроводной сети около здания торгового центра, места для временных пунктов эвакуации и т. д.) не имели достаточных резервов.

Другими словами, несмотря на высокую техническую оснащенность и разумно достаточное количество специализированных сил реагирования в катастрофе 9/11 ее последствия не были минимизированы вследствие недостаточной стойкости социо-технической системы «люди в здании торгового центра».

«Внешние» (для рассматриваемой системы высокой ответственности) ресурсы (силы реагирования, государственная власть) не были использованы своевременно и в полной мере, поскольку стойкость критически важных «внутренних» элементов самой системы (живуче-

честь несущей конструкции, единое операционная картина чрезвычайной ситуации [11], производительность инженерных систем эвакуации людей и противопожарной защиты) в условиях ЧС не были достаточными.

Таким образом, природные и техногенные катастрофы, террористические атаки последнего десятилетия однозначно свидетельствуют, что доминирующая в настоящее время в большинстве развитых стран парадигма комплексного обеспечения безопасности, нацеленная на защиту населения, предотвращение/готовность/смягчение последствий опасных событий и на защиту ценностей, которые могут быть подвергнуты риску (жизни людей, инженерная среда, окружающая природная среда, бизнес, государственные символы) с помощью доступных сегодня специализированных сил (полиция, медицинская служба, спасатели и т. д.), средств (дамб, защитных сооружений и т. д.) и механизмов (эвакуация, страхование и т. д.) не могут обеспечить того уровня защиты от множественных угроз и опасностей, который ожидается современным обществом.

Современные системы технического регулирования строительства, основанные на предписывающих подходах, и доступные технологии оценки риска отдельных угроз/опасностей не в состоянии адекватно решить проблему множественных опасностей/угроз (например – комбинации удара, взрыва, пожара, сейсмических воздействий, токсических выбросов).

Должна быть разработана всеобъемлющая и эффективная с точки зрения затрат концепция комплексного обеспечения безопасности мегаполисов, основанная на управлении стойкостью. Такая концепция должна дать возможность обществу как количественно оценивать и сравнивать риски множественных угроз до появления первых предвестников ЧС, управлять живучестью ключевых элементов систем высокой ответственности и совместно используемым осознанием ситуации на стадии кризиса, так и эффективно (с точки зрения функциональности и экономических затрат) обеспечивать адаптацию систем высокой ответственности к множественным опасным воздействиям, спасение людей во время ЧС (для защиты жизни и здоровья людей на стадии эвакуации) и восстановление систем высокой ответственности после катастрофы.

Список литературы

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г., Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г., № 537. Available at: <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html>.
2. Available at: <http://www.oecd.org>.
3. World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume I, Comprehensive Tables (United Nations publication, ST/ESA/SER.A/313) and Volume II: Demographic Profiles. (United Nations publication, ST/ESA/SER.A/317).
4. International Disaster Database. Available at: <http://www.emdat.be>.
5. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 1992 г. № 261 «О создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях».
6. Available at: <http://www.dtic.mil/ndia/2008systems/RobertSmith.pdf>.
7. Rasmussen N. The Reactor Safety Study WASH-1400, Nuclear Regulatory Commission, 1975.
8. EU SEVESO II Directive, EU, 1982.
9. Kirillov I.A., Klimenko S.V. Plato's Atlantis Revisited: Risk-Informed, Multi-hazard Resilience of Built Environment via Cyber Worlds Sharing, in Proc. CyberWorlds, 2010, pp. 445–450.
10. T. Grant, Measuring the Potential Benefits of NCW: 9/11 as case study, 11th Int. Command and Control Research and Technology Symp., Coalition Command & Control in the Networked ERA, De Vere University Arms in Cambridge, UK, 2011.
11. Kirillov I.A., Metcherin S.A., Klimenko S.V. Metamodel of Shared Situation Awareness for Resilience Management of Built Environment, in Proc. Cyber World, 2012, pp. 137–143.

References

1. *Strategiya natsional'noy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii do 2020 g.* [National Security Strategy of the Russian Federation until 2020]. *Ukaz Prezidenta RF ot 12 maya 2009 g., № 537* [Presidential Decree no. 537 dated 12 May 12, 2009]. Available at: <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html>.
2. Available at: <http://www.oecd.org>.
3. World Population Prospects: The 2010 Revision, Vol. I, Comprehensive Tables (United Nations publication, ST/ESA/SER.A/313) and Volume II: Demographic Profiles. (United Nations publication, ST/ESA/SER.A/317).
4. International Disaster Database. Available at: <http://www.emdat.be>.
5. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 18 aprelya 1992 g. № 261 «O sozdanii Rossiyskoy sistemy preduprezhdeniya i deystviy v chrezvychaynykh situatsiyakh»* [Government Decree of April 18, 1992, no. 261 «On the establishment of the Russian early warning system and emergency response»].
6. Available at: <http://www.dtic.mil/ndia/2008systems/RobertSmith.pdf>.
7. Rasmussen N. The Reactor Safety Study WASH-1400, Nuclear Regulatory Commission, 1975.
8. EU SEVESO II Directive, EU, 1982.
9. Kirillov I.A., Klimenko S.V. Plato's Atlantis Revisited: Risk-Informed, Multi-hazard Resilience of Built Environment via Cyber Worlds Sharing, in Proc. CyberWorlds, 2010, pp. 445–450.
10. T. Grant, Measuring the Potential Benefits of NCW: 9/11 as case study, 11th Int. Command and Control Research and Technology Symp., Coalition Command & Control in the Networked ERA, De Vere University Arms in Cambridge, UK, 2011.
11. Kirillov I.A., Metcherin S.A., Klimenko S.V. Metamodel of Shared Situation Awareness for Resilience Management of Built Environment, in Proc. Cyber World, 2012, pp. 137–143.