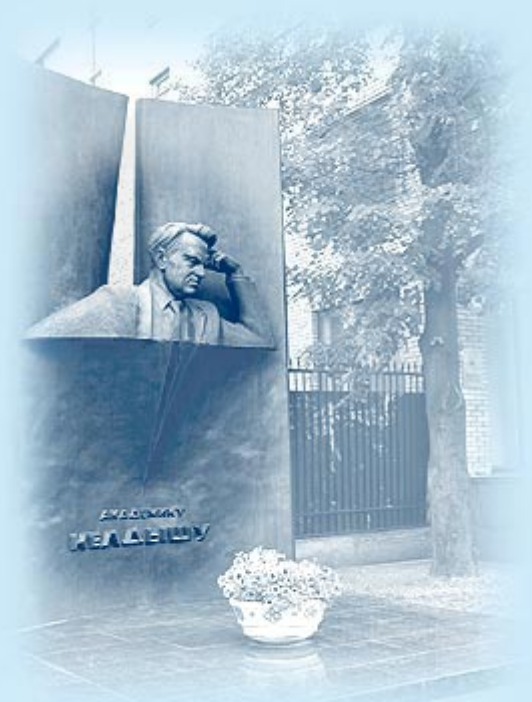




ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Г. Г. Малинецкий, Н. А. Митин,
В.В. Шишов, П.Л. Отоцкий,
Н.В. Ткачев, Е.П. Кузнецов,
И.В. Десятов, С.А. Наumenко,
М. М. Зульпукаров, М.С. Бурцев,
А. В. Подлазов, И.В. Кузнецов,
М.И. Киселев, Я.В. Чивилев,
Д.С. Серебряков, О.П. Иванов,
Т.С. Ахромеева, С.А. Посашков

Экспериментальный стенд
Комплексной системы
научного мониторинга.
Структура и функции.

Статья доступна по лицензии
[Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Экспериментальный стенд Комплексной системы научного мониторинга. Структура и функции. / Г. Г. Малинецкий [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2007. № 47. 28 с.

<https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2007-47>

Ордена Ленина ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В. Келдыша
Российской академии наук

Малинецкий Г.Г., Митин Н.А., Шишов В.В., Отоцкий П.Л., Ткачёв Н.В.,
Кузнецов Е.П., Десятов И.В., Наumenко С.А., Зульпукаров М.-Г.М., Бурцев
М.С., Подлазов А.В., Кузнецов И.В., Киселев М.И., Чивилёв Я.В., Серебряков
Д.С., Иванов О.П., Ахромеева Т.С., Посашков С.А.

**Экспериментальный стенд Комплексной системы научного мониторинга.
Структура и функции.**

АННОТАЦИЯ

В работе раскрывается сущность экспериментального стенда Комплексной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах. Этот стенд позволяет осуществлять системную интеграцию работ, ведущихся в Российской академии наук по прогнозу и отработке мер по предупреждению бедствий, кризисов и катастроф. Предполагается, что этот стенд будет осуществлять научную поддержку Национального центра управления кризисными ситуациями, создаваемого в настоящее время в Министерстве по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации.

Стенд позволяет перейти от анализа конкретных частных угроз к более широкому системному, междисциплинарному взгляду на опасности и связанные с ними риски. В конечном итоге, он должен расширить возможности прогнозировать и предвидеть чрезвычайные ситуации и своевременно отрабатывать меры по их предупреждению. Управление рисками в России может быть переведено с оперативного уровня на тактический и далее на стратегический уровень. Экспериментальный стенд является одним из инструментов для этого.

ABSTRACT

The paper outlines experimental setup of "System for scientific monitoring of environmental, technological and social risks". The setup allows performing system integration of research on forecast and measures for preventing disasters, crises and catastrophes conducted at Russian academy of sciences. The setup is targeted as an instrument of scientific support for the National emergency control center which is creating at the EMERCOM of Russia.

The setup makes possible to shift from analysis of particular threats to systemic and interdisciplinary viewpoint on emergencies. As a result it should foster abilities to forecast and prevent emergency situations. Emergency control in Russia can be extended from operative level to tactical and strategic levels. Experimental setup is one of the instruments needed to accomplish this goal.

Содержание

Введение.....	4
Предыстория проекта создания Комплексной системы научного мониторинга	6
Принципы создания и работы ЭСКСНМ.....	8
Сущность ЭСКСНМ.....	13
Информационные потоки в КСНМ.....	15
Организационная структура стенда.....	20
База знаний.....	24
Литература.....	26

Введение

В настоящее время всё большее внимание уделяется прогнозу и предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с бедствиями, кризисами и катастрофами. Эта область в сфере управления всё чаще называется *управлением рисками* [1-4]. В последние годы обсуждаются возможности и инструменты, необходимые для *управления кризисами*.

Поскольку речь идет об управлении, можно рассматривать возникающие структуры в рамках триады – *субъект, средство, объект*.

В соответствии с законодательством Российской Федерации, *субъектом*, обеспечивающим национальную безопасность, в том числе относительно угроз в природной, техногенной и социальной сферах, является Президент РФ. (Его деятельность обеспечивает аппарат – Администрация Президента и её часть – Совет безопасности).

В качестве *инструмента* для решения этой задачи выступают Правительство РФ и другие государственные органы.

Объектом здесь является страна. И слова об управлении риском природных бедствий и катастроф означают управление состоянием страны с целью предупредить опасности, если их можно предотвратить, или эффективно парировать угрозы, в наибольшей возможной степени защищая людей и экономику.

Обратные связи между субъектом, средствами и объектом осуществляется с помощью имеющихся в государстве *средств контроля и мониторинга*.

В 1994 году на Международной конференции по стихийным бедствиям в Иокोगаме мировым сообществом был взят курс на *переход от ликвидации и смягчения последствий бедствий и катастроф к прогнозу и предупреждению чрезвычайных ситуаций*. Этот принципиальный подход оправдан и экономически: мировой опыт показывает, что каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение бедствий, позволяет сэкономить от 10 до 100 рублей, которые пришлось бы вложить в ликвидацию или смягчение последствий уже произошедших бед.

В информационном пространстве для осуществления такого перехода к предупреждению и прогнозу должен быть замкнут контур (схема 1).

С точки зрения управления, можно выделить два основных подхода.

Объектно-ориентированный подход связан с оценкой *ожидаемой полезности S* проектов или предлагаемых мер. Он рассчитывается по формуле

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

где N – число возможных *сценариев* развития событий,

p_i – вероятность реализации i -го сценария, x_i – издержки либо прибыли, получаемые при

реализации i -го сценария.

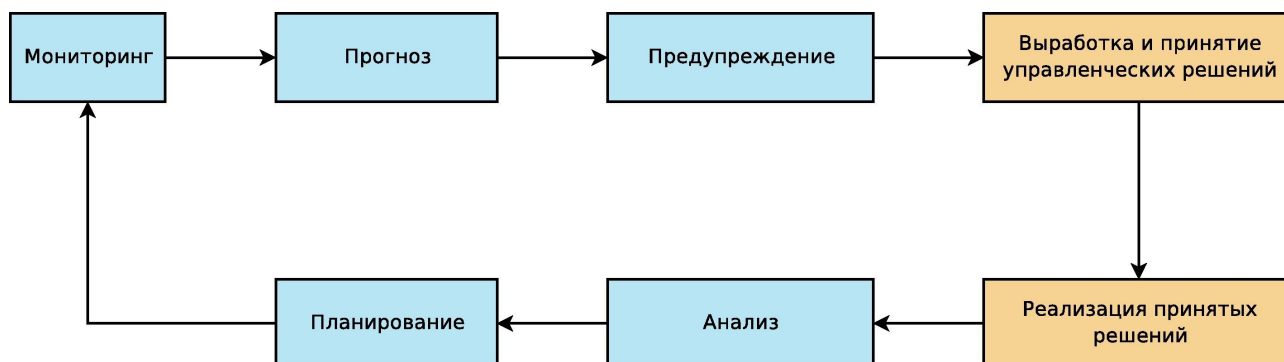


Схема. 1. Контур в информационном пространстве, необходимый для реализации стратегии прогноза и предупреждения ЧС.

Отсюда ясны традиционные подходы, связанные с управлением риском и, в конечном счете, с увеличением S . Во-первых, это изменение N и, в частности, исключение определенных сценариев. Во-вторых увеличение вероятностей реализации желательных сценариев p_i и уменьшение вероятностей нежелательных. В-третьих, это увеличение возможных прибылей x_i и снижение ожидаемых издержек.

Субъектно-ориентированный подход ориентирован на лиц, принимающих решения (а в отдельных случаях и на всё общество). Он направлен на создание *объективной картины у лиц*, принимающих решения. Как показали многочисленные исследования [5], без специальной подготовки и использования систем поддержки принятия решений, обычно субъект исходит, оценивая ситуацию, не из соотношения (1) а из формулы (2).

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^M g_i(p_i, x_i) h_i(x_i, p_i) \quad , \quad (2)$$

где M – число принимаемых во внимание сценариев, $g_i(p_i, x_i)$ – субъективная вероятность, отражающая представления субъекта о возможности реализации i -го сценария, $h_i(x_i, p_i)$ – субъективная оценка издержек или прибылей при реализации i -го сценария. Субъектно-ориентированное управление связано с приближением субъективной оценки ситуации (2) у лиц, принимающих решения, к объективной (1), опирающейся на статистику, накопленный опыт, научные исследования.

Инструментами управления риском являются *изменение организации государственных и иных структур, финансы, ресурсы, кадры и информация*.

Аварии, бедствия, катастрофы и кризисы обычно не укладываются в компетенцию отдельного министерства или какого-либо иного органа. Знания и данные о них далеко выходят за рамки отдельных научных дисциплин. Поэтому здесь естественно опираться на *междисциплинарные подходы*. В обсуждаемом проекте используются методы, модели и концепции одного из наиболее успешных междисциплинарных подходов – *теории самоорганизации или синергетики* [6-7]. У этого есть целый ряд причин, подробно рассмотренных в ряде опубликованных ранее работ:

- *Междисциплинарный и межведомственный характер большинства рисков, бедствий и катастроф* [1, 8];
- *Системный характер многих чрезвычайных ситуаций, с которыми столкнулась Россия* [9];
- *Необходимость построения иерархии математических моделей и применения методов мягкого моделирования* [10, 11];
- *Неотделимость оценки риска и задач прогноза от проблем планирования и технологий «проектирования будущего»* [20, 21];
- *Универсальность сценариев поведения нелинейных систем (бифуркационного поведения, перехода к хаосу, катастроф)* [4, 7, 24];
- *Универсальность алгоритмов прогноза бедствий, катастроф, кризисов* [4];
- *Универсальность управленческих решений в сфере управления риском* [22, 29].

Предыстория проекта создания Комплексной системы научного мониторинга

Создание и развертывание стенда – один из этапов построения *Комплексной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах России* (КСНМ). Поэтому рассмотрим контекст, в котором выполняется этот проект.

В 1996 году МЧС России взяло курс на переход к прогнозу и предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Тогда же было решено использовать в научном обосновании и поддержке этого курса междисциплинарные подходы и привлечь к работе в данной области Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. Результатом этой работы стал ряд предложений и рекомендаций для МЧС РФ, а также коллективная монография «Управление риском», подготовленная рядом ведущих исследователей РАН и руководителей министерства [1].

В 2000 году вопрос о прогнозе был вынесен на заседание Президиума РАН. В докладе члена-корреспондента РАН С.П. Курдюмова и проф. Г.Г. Малинецкого было выдвинуто предложение о создании Комплексной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов [2]. Эта система могла бы использовать потенциал Российской академии наук для прогноза и предупреждения широкого класса бедствий, кризисов и катастроф в природной, техногенной и социальной сферах. Инициативу создать такую систему поддержали 10 институтов РАН.

Президент РФ В.В. Путин, 03.12.2001, встречаясь с руководством РАН, в качестве одной из двух главных задач, стоящих перед научным сообществом России, выделил *независимую экспертизу государственных решений, а также прогноз и отработку мер по предупреждению бедствий, кризисов и катастроф в природной, техногенной и социальной сферах*. Соответствующие поручения были даны РАН и Совету безопасности РФ. На основе

этих решений в 2004 году была подготовлена Межведомственная программа *«Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования в интересах обеспечения защищенности опасных объектов и населения»*. Проект прошел утверждение в РАН, согласование с рядом заинтересованных министерств, однако не получил поддержки Правительства РФ. Имевшиеся на тот момент возможности были упущены.

Причинами срыва проекта Комплексной системы научного мониторинга стали недостаточность организационного ресурса МЧС РФ; «приватизация» информации министерствами, ведомствами и иными структурами; ведомственность, отраслевой подход к обеспечению безопасности; непроработанность правового поля в сфере прогноза и предупреждения; кризисные явления в РАН.

В 2006 году проект был возрожден. Этому способствовали следующие обстоятельства:

- Президентом РФ было принято решение о создании Национального центра управления в кризисных ситуациях при МЧС РФ (НЦУКС). В рамках этого центра задачи прогноза и предупреждения должны будут решаться на другом, более высоком уровне, чем нынешний;
- Новый набор предстоящих катастроф и углубление ряда имеющихся кризисов требуют серьезной работы по их прогнозированию и предупреждению;
- Возложенную на МЧС ответственность по научному обеспечению и сопровождению центра естественно разделить с РАН, имеющей значительный потенциал в этой области. На этом основании Федеральной целевой программой *«Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года»* была предусмотрена серия работ, связанная с Комплексной системой научного мониторинга. Ряд этих работ был поручен, как организатору и субподрядчику, научно-организационному управлению РАН. Одним из проектов в рамках этих работ является научно-исследовательская и опытно-конструкторская разработка, связанная с экспериментальным стендом Комплексной системы научного мониторинга. Замысел стенда иллюстрирует его принципиальная схема (схема 2).

Вновь будем иметь дело с триадой: субъект-средство-объект. Объектом, использующим экспериментальный стенд, на данном этапе представляется Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС РФ, департамент предупреждения ЧС МЧС РФ, другие звенья Комплексной системы научного мониторинга и организации-соисполнители (последнее особенно важно для системной интеграции научного потенциала РАН в области управления риском, а также для обеспечения комплексного междисциплинарного взгляда на решаемые проблемы). Объектом являются информационные потоки и имеющиеся в Академии, и поступающие извне. Внутреннюю сущность и функциональные особенности самого стенда – инструмента мы обсудим далее.

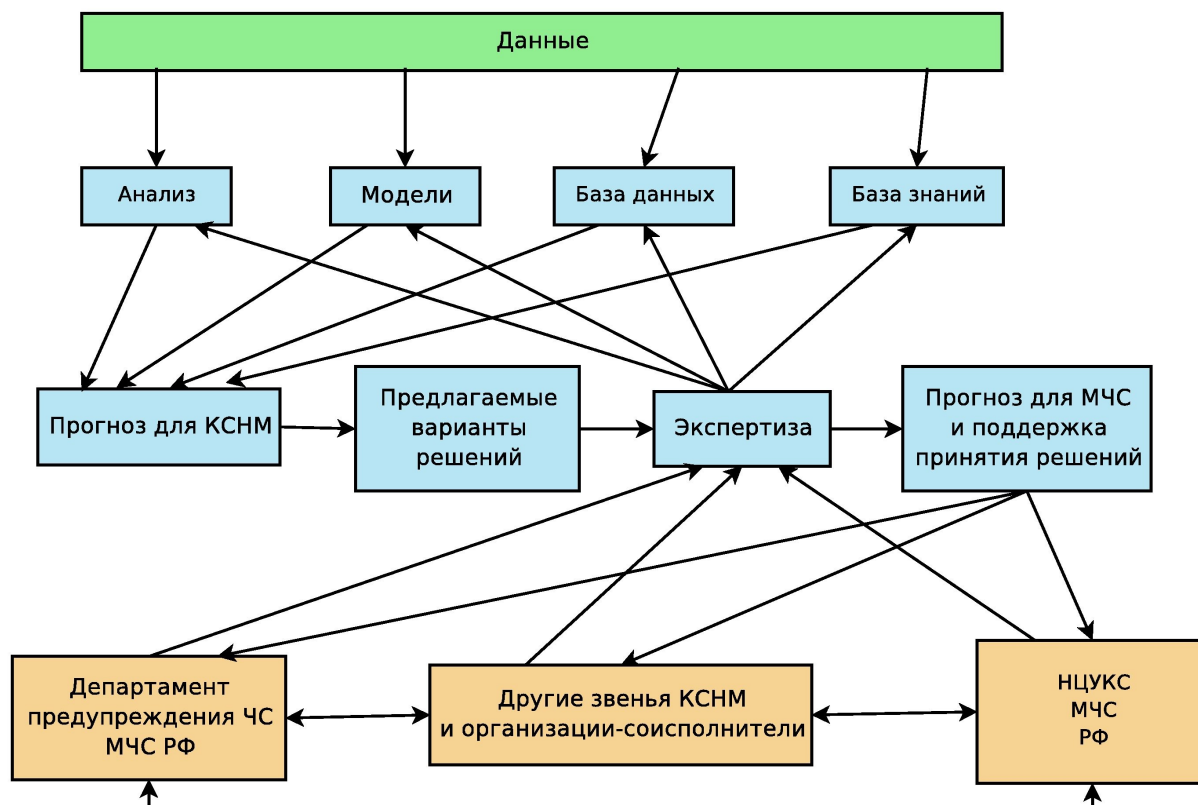


Схема 2. Принципиальная схема экспериментального стенда Комплексной системы научного мониторинга.

Принципы создания и работы ЭСКСНМ

Экспериментальный стенд представляет собой большую систему, в проектировании, развертывании и деятельности которой представляется разумным опираться на несколько общих принципов.

Принцип эволюционизма. В исследуемых, наблюдаемых и прогнозируемых системах следует исходить из выделения и анализа системной триады: наследственность-изменчивость-отбор.

В частности, одной из основных задач стенда (и, соответственно, его частей) является прогноз инерционного, невозмущенного развития системы, исходящего из нынешнего состояния и выявленных трендов, наследуемых объектом от его предшествующих состояний и определяемых предысторией. Чтобы выявлять в ходе мониторинга патологии, следует представлять и прогнозировать норму. Чтобы увидеть и оценить влияние нового фактора, следует предвидеть ход процессов в его отсутствие.

Следующий принципиальный этап - выявление новых процессов, факторов, субъектов, обеспечивающих изменчивость изучаемого объекта. Результатом анализа изменчивости на

выделенном фоне оказывается, как правило, множество сценариев развития событий. И важнейшей задачей экспериментального стенда является их *отбор, редактирование, ранжирование*. В одних случаях на основе объективных законов, в других – на основе моделирования, в третьих – на основе статистики и исторических данных, в-четвертых – на основе экспертного знания.

Принцип научности. В разработке системы приоритет отдается конкретным задачам, на решение которых направлена работа, а не методам, технологиям, доступным данным. Идеи важнее людей, люди – важнее бумаг. Поскольку речь идет о научном мониторинге, то понимание – выше знания.

Особенностью создаваемой системы является внесение в практику прогнозирования методов, идей и подходов, развитых и развивающихся в фундаментальных науках. Это обусловлено тем, что традиционные инженерные подходы очень часто оказываются неэффективными в эпоху быстрых изменений. Поэтому традиции и стандарты, принятые в научной работе, отчасти наследуются и в рамках экспериментального стенда. По существу, этот принцип предложил А. Эйнштейн: «Все должно быть сделано настолько просто, насколько это возможно, но не проще этого» и «Мы ничего не хотим знать, но все хотим понимать». Кроме того экспериментальный стенд имеет целевую, а не ценностную ориентацию. Поэтому решение общей задачи важнее удовлетворения частных научных интересов участников проекта.

Принцип развития и преемственности. Экспериментальный стенд и система в целом является инструментом для системной интеграции и развития уже имеющегося потенциала, поэтому все модели, знания, алгоритмы и данные, независимо от их происхождения, исходной области рождения, могут и должны быть привлечены в систему.

Анализ имеющихся баз данных и знаний показал, что весьма велика опасность «изобретения велосипеда» либо создания ресурсов, которые никогда не будут использованы. Сформулированный принцип, отчасти, можно рассматривать как принцип отбора – включать новое в систему следует тогда и только тогда, когда оно лучше, полнее или достовернее старого. По существу, этот принцип перефразирует известное лезвие Оккама: «Не создавай сущностей сверх необходимости».

Принцип системной целостности. Цель системы мониторинга и экспериментального стенда – получить ясное целостное видение опасных явлений и процессов, моделей, алгоритмов и теорий, позволяющих решать задачи по прогнозу и мониторингу. При этом необходимым условием для такого знания является его междисциплинарность, возможность видеть исследуемые сущности в разных пространствах, разных срезах, глазами разных специалистов.

Ряд известных ситуационных центров, порталов, исследовательских структур сосредотачивает внимание на важных фрагментах и частностях. Приоритет отдается анализу (расчленению), либо системному анализу. В рамках КСНМ и ее стенда императив иной –

важна *целостность*, нужен *системный синтез*, содержательное, полное и систематизированное представление о наиболее существенных опасностях, угрозах и рисках. В информационную систему, созданную в рамках стенда, в настоящее время, включено около 90 классификаций понятий, связанных с опасными природными процессами. Они исходят из разных принципов, фокусируют внимание на различных особенностях и *все в целом* могут рассматриваться как наше *обобщенное знание* об опасных процессах в природной среде. Выявление и фиксация взаимосвязей, сущностей, относящихся к разным классификациям и срезам реальности, дают новый уровень интеграции и позволяют прийти к пониманию более высокого уровня.

Синергетический принцип. При анализе сложных объектов принципиальным является уточнение пространственных, временных и иных масштабов явления, уточнение вопроса, на который должен быть дан ответ, и в этих рамках – выделение параметров порядка - основных переменных, характеризующих поведение системы в целом и определяющих, в конечном итоге, динамику остальных переменных.

Этот подход является основой теории самоорганизации или синергетики. В ряде случаев параметры порядка определяются наиболее медленными переменными в системе (принцип подчинения или принцип Хакена), в других – более близких к бедствиям и катастрофам – наиболее существенны быстрые переменные и процессы, развивающиеся в режиме с обострением¹ (принцип Курдюмова). Кроме того, бедствия, риски и катастрофы требуют *междисциплинарного подхода*, совместной деятельности представителей естественнонаучных и гуманитарных дисциплин, математиков, экспертов-практиков и руководителей. Комплексная система и стенд являются, прежде всего, инструментом для такого междисциплинарного анализа опасностей и угроз.

Нейросетевой принцип. Целое в сложных самоорганизующихся системах во многих случаях оказывается эффективнее и успешнее любой из частей, поскольку принципиальную роль играют связи между элементами системы, которые настраиваются на основе предшествующего опыта и решаемых в настоящее время задач.

Сейчас одной из наиболее эффективных управленческих парадигм является *парадигма обучаемой организации*. Результаты обучения отражаются не только в повышении эффективности отдельных элементов, но и в совершенствовании структуры, взаимосвязей, в тонкой настройке структуры объекта. Нейробиология утверждает, что такие механизмы определяют эффективность мозга и нервной системы в целом. Социологи считают, что именно в этом секрет успеха эффективных творческих коллективов. Поэтому принципиальна роль структурных схем экспериментального стенда, алгоритмов изменения структур, схем взаимодействия экспертов, механизмов адаптации этого объекта в более крупные и сложные системы.

¹ Режимы с обострением называют такие законы изменения характеризующих систему переменных, при которых эти переменные неограниченно возрастают за ограниченное время. Режимы с обострением оказываются очень полезной асимптотикой, приближенным описанием многих реальных процессов [1, 23].

Принцип следования живым системам. Создаваемая система – это не построение дома, а выращивание организма, это не наполнение сосуда, а зажигание огня. Система должна быть своеобразным организмом, диссипативной структурой, которая поддерживается благодаря потокам ресурсов, информации, кадров и осуществляет опережающее отражение (характерное для живых организмов), позволяющее предвидеть проблемы и выбирать наиболее точные способы изменения ситуации. Система обратных связей, характерная для живых систем, должна быть также воплощена и в структуре, и в функции, и главное – в развитии создаваемой системы.

Процесс разработки информационной системы, обеспечивающей работу ЭКСЧМ ведется на основе методологии Rational Unified Process [19]. Система развивается в несколько итераций, на каждой из которых ведется уточнение требований, проектирование, разработка и тестирование. На каждой из итераций предполагается наличие работоспособного прототипа стенда. Таким образом, система обновляется в соответствии с текущими реалиями и не устаревает.

Как и все живые системы, экспериментальный стенд строится и действует как *открытая система*, предусматривающая обработку новых информационных потоков, адаптацию к новым реалиям, взаимодействие с новым кругом экспертов.

Этот принцип можно назвать кибернетическим, поскольку он исходит из представления о *жизнеспособной системе*, выдвинутого С. Биром [25] – пионером применения представлений кибернетики в теории организации.

Принцип кормчего. В рамках системы предполагается выработка вариантов управленческих решений. В системе будет реализовано не управляемое, а направляемое развитие. Во многих случаях все равно невозможно создавать желаемое, не зная, что в данной системе возможно, или плыть против течения. Поэтому в этих случаях следует выявить возможные сценарии развития системы и постараться перевести ее на приемлемую траекторию или использовать течение, чтобы прийти к выбранной цели.

Эта парадигма управления широко используется во многих крупных корпорациях, она согласуется с рядом цивилизационных императивов и в свое время подробно обосновывалась академиком Н.Н. Моисеевым [10, 11].

Принцип проектной работы. Научная дисциплина характеризуется числом парадигм. Возраст системы определяется числом и уровнем решенных задач, сделанными ответственными прогнозами, теми бедствиями и катастрофами, которые удалось предотвратить. Поэтому предполагается, что развертывание работы системы будет корректироваться конкретными вехами, проектами, промежуточными целями, которые будут достигаться на разных стадиях развития системы.

Множество проектов погубила неостребованность, отсутствие конкретных целей, локальных успехов, ориентиров, к которым следовало бы стремиться. Проектный тип деятельности представляется тем инструментом, который позволит системе расти, совершенствоваться и развиваться интенсивно, а не экстенсивно, расти вверх, а не вширь. При

этом содержание, конкретные практические и научные, стратегии, имеют безусловный приоритет над формой, тактическими и конъюнктурными интересами.

Принцип обучения на ошибках. Каждая катастрофа, бедствие и каждый сделанный прогноз и проведенное исследование должны учить. Особенно ценными являются те попытки, которые не привели к успеху. Именно они дают возможность осмыслить пройденный путь, наметить новые подходы, в конечном итоге, выйти на более высокий уровень.

Этот принцип исходит из принятого в МЧС императива: «Каждая катастрофа должна учить». Более того, крайне важным представляется возможность учиться не только на реально происшедших бедах, но и на материалах имитационного моделирования, командно-штабных учений, априорного экспертного анализа кризисных ситуаций. Поскольку во множестве случаев нет возможности учиться методом проб и ошибок, нет достаточной статистики, поскольку многие ситуации оказываются уникальными, то обучение на «виртуальных», а не на реальных ошибках, имеет принципиальное значение.

Принцип джокера. Для сложных систем характерно наличие состояний, стратегий и действий, которые быстро и радикально меняют ситуацию. Области в пространстве состояний системы, где такое возможно, получили название джокеров. Одной из ключевых задач экспериментального стенда является создание технологий, ориентированных на выявление областей джокеров, на анализ предкатастрофического поведения, на серьезное научное исследование возможных неожиданностей, с которыми мы можем столкнуться в области бедствий, кризисов, катастроф, террористических актов.

В настоящее время широко используется рефлексивные и информационные технологии управления. При этом существенными управляемыми параметрами становятся надежды, ожидания, уровень доверия. Для таких социально-технологических систем возможны резкие скачки состояний, свои «окна уязвимости», свои стратегии разрушения и защиты. Опасные области и определяют состояние, в которых малые воздействия могут иметь катастрофические последствия [7]. Одна из задач системы и стенда состоит в выявлении областей джокеров, мониторинге предкатастрофических состояний, создании стратегии, позволяющей парировать угрозы в природной, техногенной и социальной сферах.

Принцип выращивания субъекта. Проблема многих инструментов, ситуационных центров, геоинформационных систем, систем поддержки принятия решений состоит в том, что не оказывалось субъекта, готового воспользоваться этими объектами, поэтому одновременно с развертыванием, совершенствованием и работой экспериментального стенда должно происходить выращивание субъекта: поиск тех областей и лиц, принимающих решения, для которых экспериментальный стенд представлял бы важный и полезный инструмент.

Более того, само наличие экспериментального стенда и Комплексной системы научного мониторинга в определенной степени является средством ликвидировать или

уменьшить бессубъектность определенных государственных и корпоративных структур. *Рефлексия* в области рисков и угроз, которую обеспечивает стенд, неразрывно связана с ответственностью, которая возлагается на лиц, владеющих прогнозом. Ответственность влечет за собой субъектность.

Сущность ЭСКСНМ

Работа над экспериментальным стендом и консультации с лицами, принимающими решения, заинтересованными в создании и использовании стенда, позволили лучше понять сущность этого объекта. ЭСКСНМ существует в нескольких пространствах, в каждом из которых его следует определять по-разному.

В пространстве идей - это инструмент для междисциплинарного анализа и прогноза сценариев, рисков, угроз в сложных развивающихся системах, для генерации и выдвижения на этой основе крупных стратегических проектов и инициатив.

В информационном пространстве – это средство для системного анализа и синтеза информационных потоков, получаемых в результате мониторинга объектов, на которые настроен ЭСКСНМ, на основе результатов раскопок данных (data mining), баз математических моделей, алгоритмов, данных, знаний, а также экспертной работы.

Во временном пространстве ЭСКСНМ – это система, представляющая собой экспериментальный, пробный, промежуточный этап на пути к построению и развертыванию Комплексной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах, создание которой возложено на РАН.

В пространстве управления. С одной стороны, ЭСКСНМ позволяет решать задачи управления, предлагая варианты управленческих решений либо прогнозируя наиболее вероятные последствия принимаемых мер. Другими словами, ЭСКСНМ может использоваться в качестве *системы организации и поддержки принятия решений* или в режиме системы поддержки деятельности «мозговых центров». В другом режиме, если это будет признано целесообразным заказчиком, ЭСКСНМ сам может быть использован в качестве *инструмента информационного управления* экспертным или научным сообществом в области риска.

В пространстве стратегий ЭСКСНМ позволяет поднимать масштаб проектов с оперативного на тактический и с тактического на стратегический уровень, выявляя «узкое горлышко», «ключевое звено», «самый медленный корабль в эскадре», расширяя границы анализа по времени, пространству и масштабу. ЭСКСНМ позволяет выявлять место анализируемого субъекта в структуре целого, его взаимосвязь и перспективы и, тем самым, увеличивать влияние и возможности субъекта.

В рефлексивном пространстве ЭСКСНМ представляет собой рефлексивную, самообучающуюся систему, которая развивается и совершенствуется по мере решения поставленных перед ней задач и сопоставления сделанных в рамках ЭСКСНМ прогнозов и очерченных сценариев с реальностью. С другой стороны, в случае ряда кризисов, бедствий, катастроф нет возможности учиться, опираясь на статистику или метод «проб и ошибок». В

этом случае источником для рефлексии являются имитационные модели, результаты командно-штабных учений, предвестники (чрезвычайные ситуации той же природы, но меньшего масштаба) и исторические ретроспекции.

С другой стороны, ЭКСНМ может выполнять роль катализатора рефлексивных процессов, вскрывающего реальное положение дел, опираясь на имеющийся научный потенциал, информационные потоки, экспертное знание и компьютерные технологии. Эту роль он может использовать в интересах субъекта, использующего данный инструмент.

В организационном пространстве ЭКСНМ представляет собой распределенную экспертно-технологическую систему, созданную на базе Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, ориентированную в настоящее время на цели следующих субъектов:

- системную интеграцию и проведение исследований по прогнозу бедствий, кризисов и катастроф в природной, техногенной и социальной сферах в интересах *научно-организационного управления РАН*, участвующего в выполнении Федеральной целевой научно-технической программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года»;
- внесение элементов тактического и стратегического прогноза, выдвижение крупных инициатив и решение связанных с ними научных проблем в интересах МЧС РФ (в частности, *Национального центра управления в кризисных ситуациях и департамента предупреждения ЧС МЧС РФ*). ЭКСНМ может быть сориентирована в ближайшее время на информационную, научную и экспертную поддержку *Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, созданной на базе МЧС РФ*;
- информационную и организационную поддержку создаваемого в настоящее время *Экспертного совета МЧС РФ*;
- экспертную и научную поддержку структур, обеспечивающих социально-экономическое развитие субъектов Российской Федерации;
- экспертную поддержку и обеспечение контроля выполнения крупных научно-технических программ и проектов.

В экспертном пространстве ЭКСНМ обеспечивает сопряжение имеющихся в РАН информационных потоков, касающихся бедствий, кризисов и катастроф, и сообщества ведущих экспертов на междисциплинарной основе. Система обеспечивает *мониторинг целостности информационного поля*, необходимого для решения поставленных проблем, и опирается на систему математических моделей, имитационный анализ, базы данных и знаний, ряд электронных ресурсов, GRID-технологии, на экспертное знание и при необходимости на совместную работу экспертов.

В кадровом пространстве ЭКСНМ имеет два контура – внутренний, включающий более 20 человека на постоянной основе обслуживающих, совершенствующих и развивающих систему и обеспечивающих проведение экспертиз в приемлемые сроки. Внешний – включающий до 120 привлекаемых по ходу работы внешних экспертов и мобильные группы по 10-15 человек, срочно собираемые «под возникающую проблему» в оперативном режиме.

В инновационном пространстве ЭКСНМ может в силу своей организации, структуры и функций выполнять роль экспертной основы для выявления новых угроз, определения системных приоритетов в области рисков и, одновременно, оценки новых факторов, роли происходящих изменений, инновационных проектов. В сфере высоких промышленных, военных, управленческих технологий (high-tech) и, тем более, в области гуманитарных технологий (high-hume) уменьшить риски до приемлемого уровня позволяет система высокопрофессиональной междисциплинарной экспертизы. ЭКСНМ может быть использована в качестве основы для таковой.

В пространстве данных. В настоящее время острой проблемой оказались базы данных, знаний, моделей, алгоритмов РАН. Реалии нынешней компьютерной эпохи показывают, что организация и «складирование данных» в одном месте возможно лишь в отдельных случаях в ограниченном объеме. Проблему решает самоорганизующаяся и саморазвивающаяся система: *«специалисты – связи – решаемые проблемы – данные – алгоритмы поиска и верификации – практическое воплощение имеющегося знания»*. ЭКСНМ может быть инструментом выращивания такой системы.

Информационные потоки в КСНМ

КСНМ представляет собой, прежде всего, информационную систему, поэтому принципиальное значение и для проектирования, и для использования системы является понимание информационных потоков в этом объекте (см. схему 3). Если взглянуть на эту схему с позиции триады *субъект-средство-объект*, то роли распределяются следующим образом.

Субъектом КСНМ в настоящее время представляется МЧС РФ. Полученные прогнозы, результаты мониторинга, оценки и проведенный анализ будет поступать в центральный аппарат МЧС РФ и, в частности, в департамент предупреждения ЧС МЧС РФ и в Национальный центр управления в кризисных ситуациях (заметим, что в силу достаточно большой универсальности системы в качестве субъектов могут выступать и другие структуры, например, Экспертный совет при МЧС РФ, Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности, Совет безопасности РФ и др).

Объектом, входом для экспериментального стенда, являются различные типы данных и знаний, поступающие из разных источников извне Академии и получаемые в рамках самой Академии. Данные представляют собой тот «сырец», на основе которого и будет производиться мониторинг и прогноз. Заметим, что бедой многих существующих систем является отсутствие необходимых знаний и наличие массивов информации, которая оказывается не востребована, или вообще не может быть использована. Поэтому в режиме штатной работы задачей экспериментального стенда является *интеграция, постоянное пополнение и систематизация базы знаний*. Эта база во многом будет опираться на те разработки, которые проводились и ведутся в настоящее время в РАН. Другая база данных интегрирует информацию из нескольких источников и является основой для специалистов по моделированию, прогнозу, для экспертов.

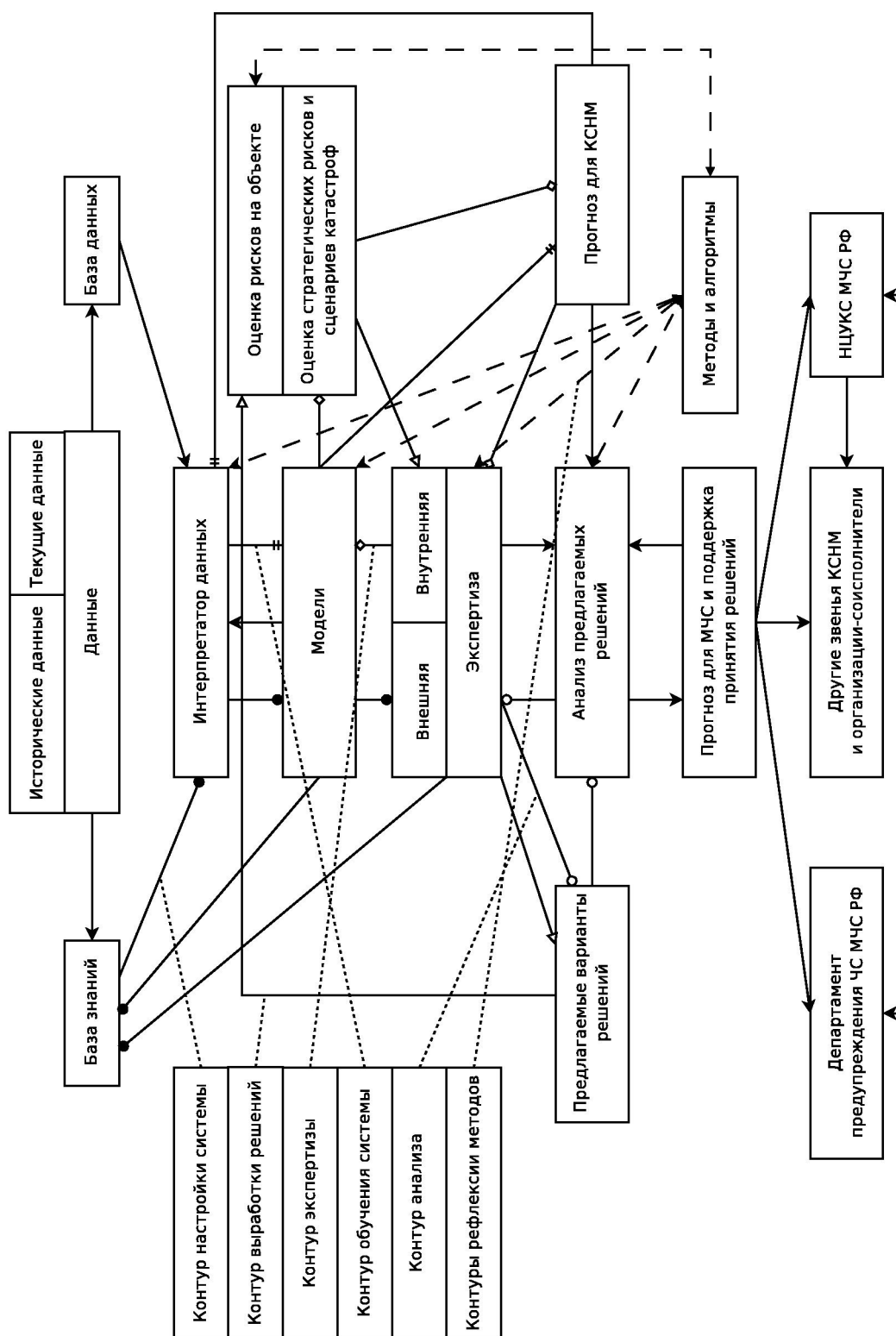


Схема 3. Информационные потоки в КСНМ

Заметим, что формирование и наполнение базы данных и базы знаний представляется в настоящее время разработкой общего для Академии информационного ресурса, который

может играть важную интегрирующую роль и намного повысить отдачу в области управления риском от ряда коллективов и конкретных специалистов. Следует особо подчеркнуть, что наличие базы знаний позволяет аккумулировать и «подхватить» тот потенциал, которым обладает исследователи старшего поколения, которые в ближайшие годы могут покинуть Академию. Историческая часть базы данных и знаний особенно важна, так как многие стратегические проблемы успешно решались 20 и более лет назад, и нынешнее поколение исследователей, в отсутствие адекватной базы данных и знаний, будет обречено либо на копирование «подходов общего пользования», используемых в других странах и не всегда применимых в российской реальности, либо на «изобретение велосипеда», когда НИОКР или ОКР ведется, так как исследователи не знают об уже выполненных работах.

Прокомментируем основные блоки, составляющие экспериментальный стенд – средства для решения обсуждавшихся ранее задач.

Интерпретатор данных позволяет отсеивать наиболее важную информацию от второстепенной, классифицировать ее по различным признакам и рассылать потребителям в соответствии со структурой стенда. Можно сказать, что интерпретатор, в соответствии с представлениями одного из создателей кибернетики У. Эшби, позволяет работать с *разнообразием*, объединяя однородные объекты и процессы в один класс, либо на основе существенных подробностей, дифференцируя поступающую информацию.

Принципиальная роль принадлежит *блоку моделей*. Именно этот блок во многом отличает создаваемую информационную систему от многих других, связанных с представлением и хранением информации. Заметим, что модели понимаются здесь в широком смысле, от моделей конкретных физических, химических и биологических процессов, необходимых для анализа опасностей и угроз, до моделей принятия решений экспертным сообществом и оценки влияния управляющих воздействий на объекты управления и социальные системы. В настоящее время в МЧС и ряде других структур используются некоторые модели инженерного уровня. В экспериментальном стенде моделирование ведется на более глубоком научном уровне, что позволяет учитывать системные, синергетические эффекты и всесторонне оценивать происходящие явления и реакцию объектов на предполагаемые воздействия.

Результатом моделирования могут служить *оценки рисков на исследуемых объектах, выявление стратегических рисков и сценариев катастроф*, что представляется особенно важным. Опыт ликвидации крупных аварий и стихийных бедствий показывает, что важно заранее иметь представление о пределах возможностей тех или иных структур и привлеченных средствах и «проиграть» реакцию всей социально-технологической системы на еще не произошедшие беды. Именно эти функции выполняют *блоки оценки рисков на объекте и оценки стратегических рисков и сценариев катастроф*.

Заметим, что во многих очень важных случаях мы не имеем моделей, обладающих предсказательной силой (такая ситуация типична для прогноза землетрясений, ряда экономических систем, для многих неустойчивостей атмосферы и океана, для ряда процессов в социальных структурах), однако, имея результаты мониторинга, мы, тем не менее, можем

оперировать с данными, оценивать их, ранжировать или прогнозировать те или иные события [4]. Поэтому важным элементом является *блок, связанный с алгоритмами и методами*. Кроме традиционных методов анализа результатов мониторинга в рамках системы будут использованы те подходы, которые недавно появились в исследовательской практике.

Основным результатом работы комплексной системы должен быть *прогноз развития событий* в одних случаях, либо *сценарий*, который необходим, когда дать эффективный прогноз не представляется возможным. При этом блок прогноза предполагается сделать комплексным и системным, способным оперировать и с собственными прогнозами, полученными внутри КСНМ, и с прогнозами, получаемыми извне, с которыми имеют дело государственные органы либо другие структуры, опирающиеся в своей деятельности на прогноз в сфере рисков и безопасности. Кроме того, наличие нескольких сценариев, нескольких вариантов прогноза, представляется крайне важным для работы экспертов, привлекаемых к работе ЭС, а в будущем – КСНМ.

Во многих случаях лица, принимающие решения, должны выбирать не между тем или иным сценарием или прогнозом, а между различными вариантами предлагаемых действий или решений, поэтому одним из важных элементов КСНМ является *блок, вырабатывающий варианты решений в области управления рисками*. Естественно, наиболее вероятные последствия предлагаемых решений также должны оцениваться и моделироваться в рамках экспериментального стенда.

Принципиальное значение для стенда имеет *экспертиза*. Она позволяет самим исследователям оценивать надежность, достоверность и качество моделей, сценариев и прогнозов. С другой стороны, эксперты, привлекаемые извне, практики, работающие в МЧС, обладают большим опытом и неформализованным в настоящее время знанием. Поэтому предлагаемые в рамках стенда варианты решений, сценарии, а в отдельных случаях данные и модели, могут быть предметом работы экспертов.

Кроме того, от совместных усилий экспертов и исследователей зависит работа важнейшего блока, обеспечивающего *анализ предлагаемых решений*. Можно сказать, что этот блок замыкает цепь обратной связи внутри самого стенда, и, с другой стороны, обеспечивает представление результатов научной, экспертной и аналитической деятельности вовне. От его эффективности будет зависеть, в какой мере результаты работы будут востребованы, приняты во внимание, использованы на практике. Выход системы на лиц, принимающих решения, и на аппарат МЧС России обеспечивает блок *«Прогноз для МЧС и поддержка принятия решений»*. Заметим, что здесь не идет речь о конкуренции со структурами, обеспечивающими мониторинг и прогноз, уже существующими в рамках МЧС – с Всероссийским институтом гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ВНИИГОЧС), с Центром стратегических исследований МЧС РФ (ЦСИ) и центром «Антистихия». КСНМ должна не дублировать эти структуры, а дополнять и поддерживать их.

Принципиальное значение для работы экспериментального стенда имеют контуры информационных потоков. На схеме 3 контуры отмечены различными видами стрелок.

Контур настройки системы. В этот контур входят блоки *базы знаний, интерпретатора данных, моделей и экспертизы*. В рамках контура ведется работа с экспертами по уточнению постановки информационной задачи. На этой основе формируется либо корректируется база знаний. Исходя из этого, определяются алгоритмы для интерпретатора данных, тот набор событий и тот уровень бедствий, рисков и катастроф, который будет рассматриваться. Все это непосредственно определяет набор используемых моделей и необходимые данные для настройки моделей, их верификации, а также начальные данные для моделирования в рамках экспериментального стенда. Настройка моделей предшествует началу работы стенда, а также по мере решения определенных задач проводится вновь и вновь.

Контур выработки решений является центральным контуром экспериментального стенда. В него входят блоки *предлагаемых вариантов решений, оценки рисков на объекте, оценка стратегических рисков и экспертизы*. В рамках этого контура вырабатываемые в экспериментальном стенде решения соотносятся с имеющимися или оцениваемыми рисками на исследуемом объекте. Однако этого недостаточно: многие бедствия, катастрофы и кризисы следует рассматривать в более широком контексте, с точки зрения влияния на глобальные процессы. Поэтому в контур входит оценка стратегических рисков и сценариев катастроф. В самом деле, отдельные кризисные события через сложную цепь обратных связей в социально-технологических системах могут стать спусковым крючком для гораздо более серьезных и масштабных изменений. В рамках этого контура предлагаемые варианты решений подвергаются экспертизе. Исходя из этого, варианты решений корректируются, уточняются, либо начинается работа по радикальному изменению вариантов управляющих воздействий.

Контур экспертизы. В контур экспертизы входят блоки *моделей, оценки стратегических рисков, прогноза для КСНМ* и, собственно, *экспертизы*. Суть происходящего в этом контуре такова: на основе результатов моделирования уточняется оценка стратегических рисков и сценариев катастроф. КСНМ, по видимому, будет использоваться, по крайней мере вначале, не для оперативного реагирования, а для управления риском на тактическом и стратегическом уровнях. На этой основе вырабатывается прогноз для КСНМ, и затем этот прогноз подвергается экспертизе. В результате экспертизы могут быть пересмотрены выводы, полученные при моделировании, либо сами модели, либо данные оценки ситуации и, в частности, видение стратегических рисков.

Контур анализа. В контур анализа входят блоки *экспертизы, анализа предлагаемых решений* и *самых вариантов решений*. Предлагаемые варианты решений должны быть согласованы с имеющимися ограничениями на управления, с общей стратегией управления риском, с анализом тех последствий, к которым приведет реализация этих решений. Естественно, это должно делаться и в рамках самого экспериментального стенда, и с помощью привлекаемых экспертов. Именно эту работу и обеспечивает данный контур.

Контур обучения системы. В контур обучения системы входят блоки *интерпретатора данных, моделей и прогноза для КСНМ*. В этом контуре отрабатываются типичные варианты бедствий, кризисов и катастроф, их моделирование, прогноз на основе

моделирования, а также данные, которые необходимы для всей этой работы.

Контуры рефлексии методов включают в себя блоки *интерпретатора данных, моделей, экспертизы, оценки рисков на объекте, моделей и алгоритмов*. Чтобы система была самообучаемой и достаточно эффективной, необходима серьезная рефлексия в пространстве методов и алгоритмов. Можно сказать, что именно эта система обеспечивает «разумную достаточность» используемых инструментов. В самом деле, множество математических моделей и средств их анализа, в той или иной степени связанных с бедствиями, кризисами и катастрофами, огромно, и очень велик соблазн идти от любимых методов, представляющих большой научный интерес моделей, а не от существа проблемы. Система научного мониторинга имеет, прежде всего, целевую, а не ценностную ориентацию, она является инструментом для решения задач, и чем проще, эффективнее и надежнее будет этот инструмент, тем лучше. Воплощению этих требований в реальность и служат контуры рефлексии методов.

Организационная структура стенда

Из схемы информационных потоков следует простейшая организационная структура, которая могла бы воплощать информационные задачи системы (схема 4).

Руководство проекта, занимающееся представлением полученных результатов вовне, поиском субъектов, заинтересованных в работе КСНМ, и, собственно, администрированием проекта, находится в ядре всей системы. «Ближний круг» представляют несколько структур, занимающих одинаковое положение в иерархии. В отличие от традиционной иерархической системы предполагаются тесные горизонтальные связи между всеми этими подразделениями, к каковым относятся *блок данных, знаний и мониторинга, группа социальных технологий, научный блок, группа подготовки прогноза и предложений, системная поддержка проекта, группа опытно-конструкторских разработок, группа поддержки экспертного совета*. Охарактеризуем общие задачи каждого из этих подразделений.

Блок данных, знаний и мониторинга занимается заполнением базы данных и знаний, администрированием информационных потоков в целом и результатов мониторинга в частности. Исходя из этого, он состоит из *группы обеспечения мониторинга, группы, обеспечивающей работу фильтра данных и знаний и интерпретатора поступающих информационных потоков, а также группы, занимающейся администрированием баз данных и знаний*.

Важную роль в успехе проекта может сыграть *группа социальных технологий*. Именно она осуществляет связь стенда с обществом, элитами, с лицами, принимающими решения. Именно она позиционирует всю систему в информационном и административном пространствах. Эта группа состоит из *блока, занимающегося обучением и подбором кадров, пресс-центра и группы связи с субъектами*. В случае успеха проекта, естественно, появляется желание использовать наработанную технологию в других областях, перенести данные, знания и созданные подходы в другие организации. Такая работа в свое время была успешно осуществлена в Институте прикладной математики АН СССР, когда в срочном порядке осуществлялась «репликация» определенных групп и структур института, чтобы

вновь возникающие коллективы в области прикладной математики работали в ядерных центрах страны.

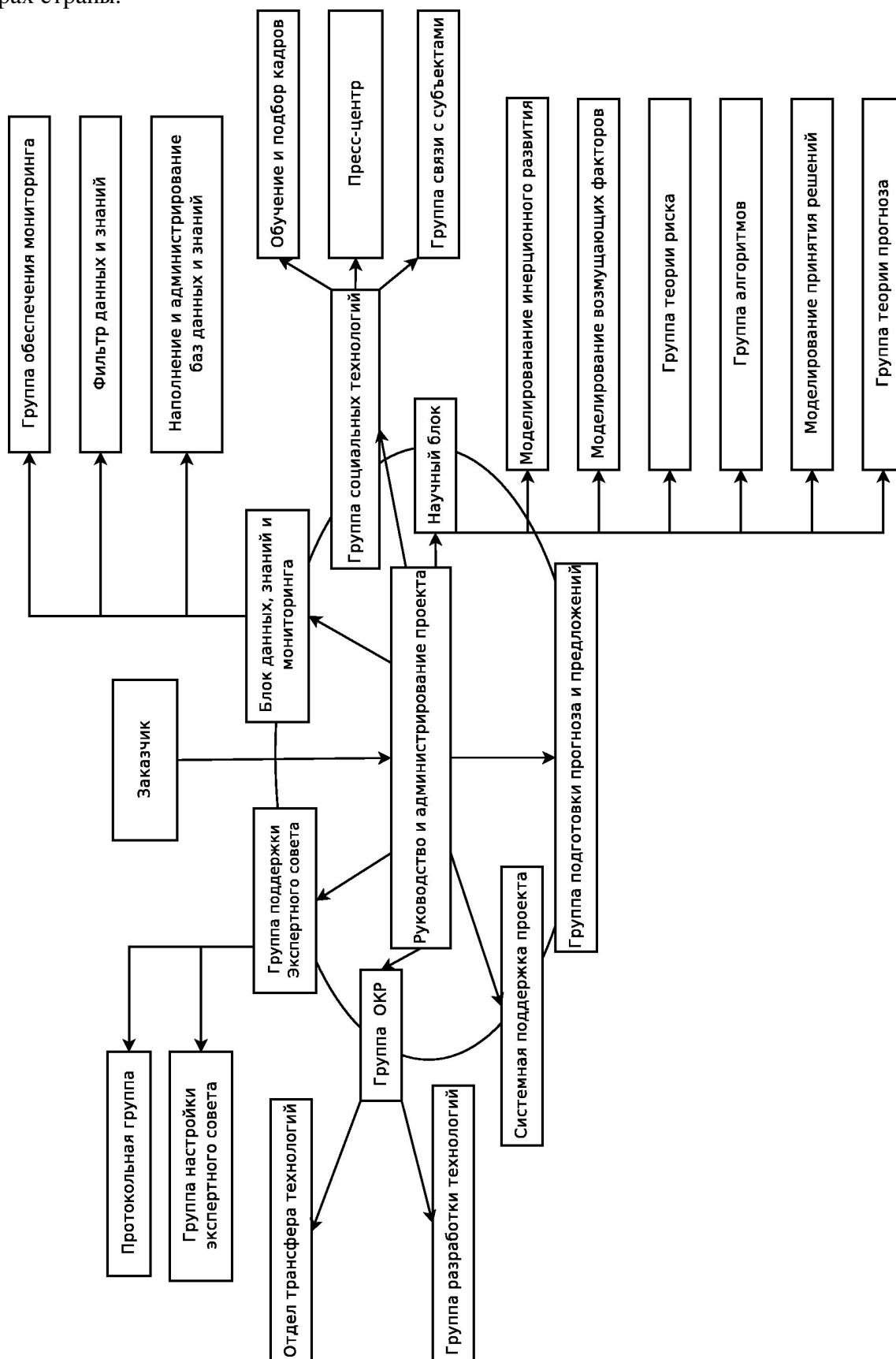


Схема 4. Организационная структура КСНМ

Кроме того, предлагаемые структуры достаточно универсальны, и ориентированы на мониторинг и оценку нового, появляющегося в различных сферах, поэтому могут быть востребованы в ряде административных структур и регионов России. *Пресс-центр* обеспечивает представление результатов и самой комплексной системы в информационном пространстве. Речь идет и о «бумажных» изданиях, и об электронных публикациях², и об информационной политике в целом. Собственно, информация о прогнозах, о ведущихся исследованиях и имеющихся возможностях может оказаться важным инструментом управления риском. *Группа связей с субъектами* ориентирована на поиск новых субъектов, заинтересованных в развитии и использовании создаваемой системы.

Поскольку речь идет о системе научного мониторинга, особую роль в ней играет *научный блок*, состоящий из следующих подразделений: *моделирование инерционного развития, моделирование возмущающих факторов, групп теории риска, алгоритмов, моделирования принятия решения*. В отличие от многих других систем, в настоящей предполагается моделирование *инерционного развития изучаемых объектов*. Для того чтобы изучать отклонения, кризисы и патологии, следует представлять норму, выявлять основные тенденции и ту траекторию развития, которая реализуется в настоящее время. Другая группа осуществляет *моделирование возмущающих факторов*. В настоящее время существует ряд математических моделей бедствий, кризисов, катастроф, в то же время ряда необходимых моделей пока не создано. Совершенствование существующих и создание новых моделей – область компетенции этой группы. *Группа теории риска* занимается оценкой рисков, методами оценки ущербов, ранжированием различных ЧС, использованием и развитием аппарата, ранее применявшегося в актуарной математике, для более широкого класса проблем, связанных с природными и техногенными катастрофами, с оценкой косвенного ущерба, с разработкой теории управления кризисами. *Группа алгоритмов* адаптирует, обслуживает, предлагает алгоритмы, информационные вычислительные технологии для обработки данных, моделирования и прогноза. Здесь также встает проблема выбора наиболее эффективного и подходящего из множества существующих методов и подходов. *Группа моделирования* принятия решений играет очень важную роль, поскольку во многих случаях нет простых формализованных решений, позволяющих с очевидностью предпочесть тот или иной вариант. Здесь приходится иметь дело с имитационным моделированием, с многокритериальной оптимизацией, системным представлением информации, облегчающим работу экспертов.

Обратим внимание на большой задел, имеющийся в этой области в РАН, на своеобразную научную культуру, созданную в разных научных школах. Основополагающие результаты были получены в школе академика И.М. Гельфанда в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН [26], в школе академика Н.Н. Моисеева в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН [11], в школе академика О.И. Ларичева в Институте системного анализа РАН [27, 28].

Группа подготовки прогноза и предложений является одной из центральных. Именно

2 Заметим, что на начальном этапе проводимую работу уже поддерживают информационные ресурсы <http://www.keldysh.ru>, <http://risk.keldysh.ru>, <http://spkurdyumov.narod.ru>, <http://www.smi-svoi.ru>, <http://www.nonlin.ru>.

прогноз и предложения, касающиеся управляющих воздействий либо изменений политики и стратегий, являются основным результатом деятельности КСНМ. Эта группа осуществляет интеграцию результатов математического моделирования, системного анализа, экспертной оценки. Именно она обеспечивает выход результатов работы вовне.

Группа системной поддержки проекта осуществляет проектирование, разработку и поддержку информационной системы, обеспечивающей работу КСНМ, в том числе распределенной архитектуры системы, баз данных и знаний, средств связи между экспертами, средств обмена данными, библиотек моделей и алгоритмов. Еще одной задачей группы является планирование развития информационной системы, ее программного и аппаратного обеспечения в соответствии с возникающими перед КСНМ задачами.

Группа опытно-конструкторских разработок во многом реализует пожелание Д.И. Менделеева, о том, что система должна работать не в принципе, а в металле. Предложенные исследователями подходы должны находить конкретное воплощение в технологическом пространстве, которое согласуется с принятыми ГОСТами, имеющимся законодательством и может быть формализовано, защищено с патентной точки зрения и передано другим организациям. Поэтому она состоит из двух подразделений – *группы разработки технологий* и *отдела трансфера*.

Принципиальную роль в рамках КСНМ играет *экспертный совет*. Однако работа с экспертным советом требует фиксации оценок, подходов, мнений, результатов экспертизы, а также предварительной работы с членами экспертного совета. Работы с рядом медицинских задач показывают, что организация консилиума, выявление неявного экспертного знания, представляет собой отдельную проблему. Решение этих вопросов также будет возложено на *группу поддержки экспертного совета*. Последняя состоит из – *протокольной группы* и *группы настройки экспертного совета*.

Предлагаемая схема не является инструментом ориентации администраторов или основой для штатного расписания экспериментального стенда, однако уже сейчас она позволяет каждому из сотрудников, вовлеченных в проект, определить свое место в структуре в целом.

В настоящее время схема взаимосвязей экспериментального стенда с другими научными организациями РАН представляется следующей (более темным цветом помечены те организации, с которыми совместные исследования в рамках создания экспериментального стенда уже ведутся) (схема 5).

В рамках проекта проводятся не только научно-исследовательские, но и опытно-конструкторские разработки, в частности, они связаны с представлением проектируемого стенда в инновационном, технологическом, образовательном и правовом пространстве. Заметим, что имеющиеся ГОСТы (также содержащиеся в информационной системе стенда) достаточно полно и конкретно характеризуют предметную область [30-45] и задают ту систему координат, в которой должны вестись опытно-конструкторские разработки.

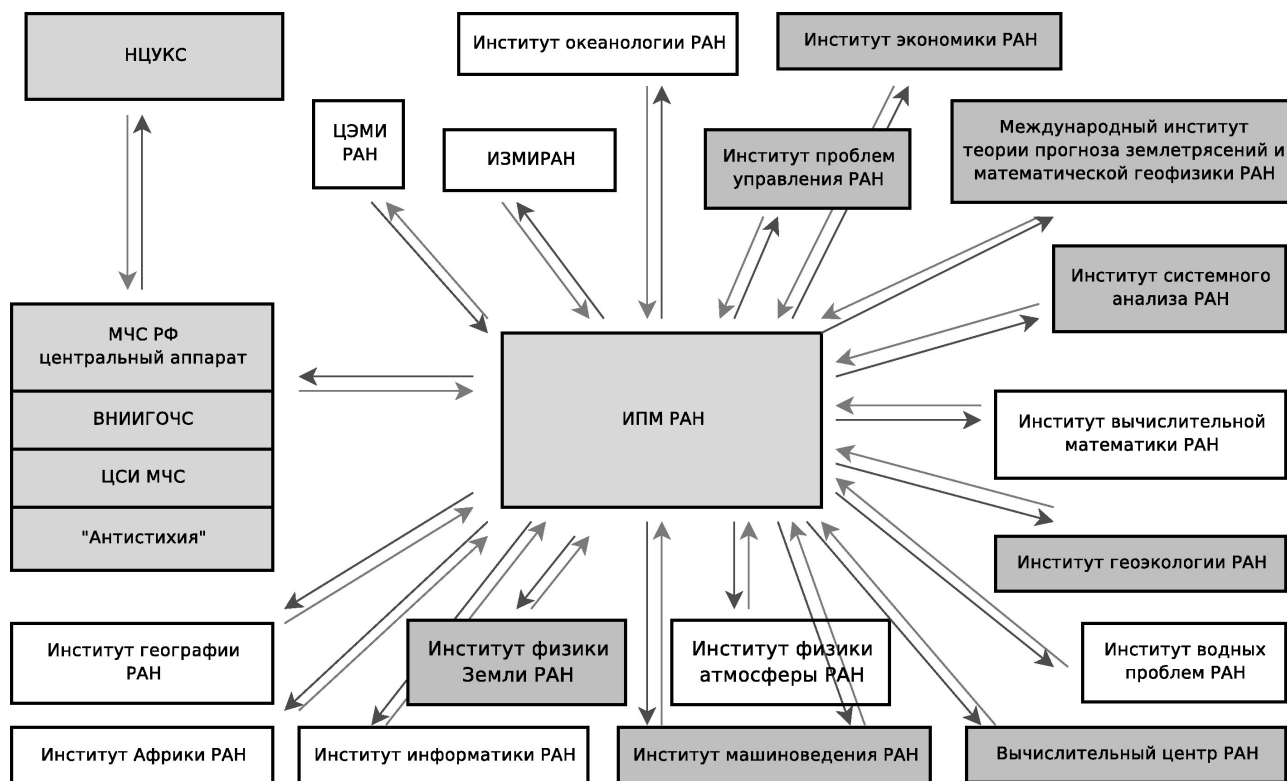


Схема 5. Системное окружение проекта. Более темной заливкой помечены те институты РАН, представители которых уже участвуют в создании экспериментального стенда.

База знаний

Одной из первостепенных задач при создании ЭСКСНМ является проектирование, реализация, наполнение и актуализация базы знаний. В настоящее время основные знания в области рисков чрезвычайных ситуаций природного характера в РФ содержатся в шеститомнике [12-17] и атласе [18]. Эти издания являются библиографической редкостью. Создание базы знаний ЭСКСНМ позволит экспертам, работающим со стендом, оперативно получать основные сведения по проблемной области, а также вводить актуальную информацию в соответствии с событиями последних лет. Данные базы знаний могут быть доступны сетевому сообществу экспертов и в какой-то своей части – широким слоям населения, что, вероятно, привлечет общественное внимание к проблемам предупреждения ЧС и усилит осознание собственной ответственности за многие виды ЧС среди граждан и лиц, принимающих решения на различных уровнях власти. Кроме того, создание доступной базы знаний послужит эффективной мерой консолидации большинства экспертов, работающих в области мониторинга, прогноза, предупреждения и ликвидации последствий ЧС природного характера.

В основе базы знаний лежит около 90 классификаций, градаций, шкал, типологий понятий, связанных с опасными природными процессами и чрезвычайными ситуациями. Классификации связываются между собой, а также с глоссарием предметной области и базой

данных о чрезвычайных ситуациях. База знаний ЭСКСНМ представлена на схеме 6.

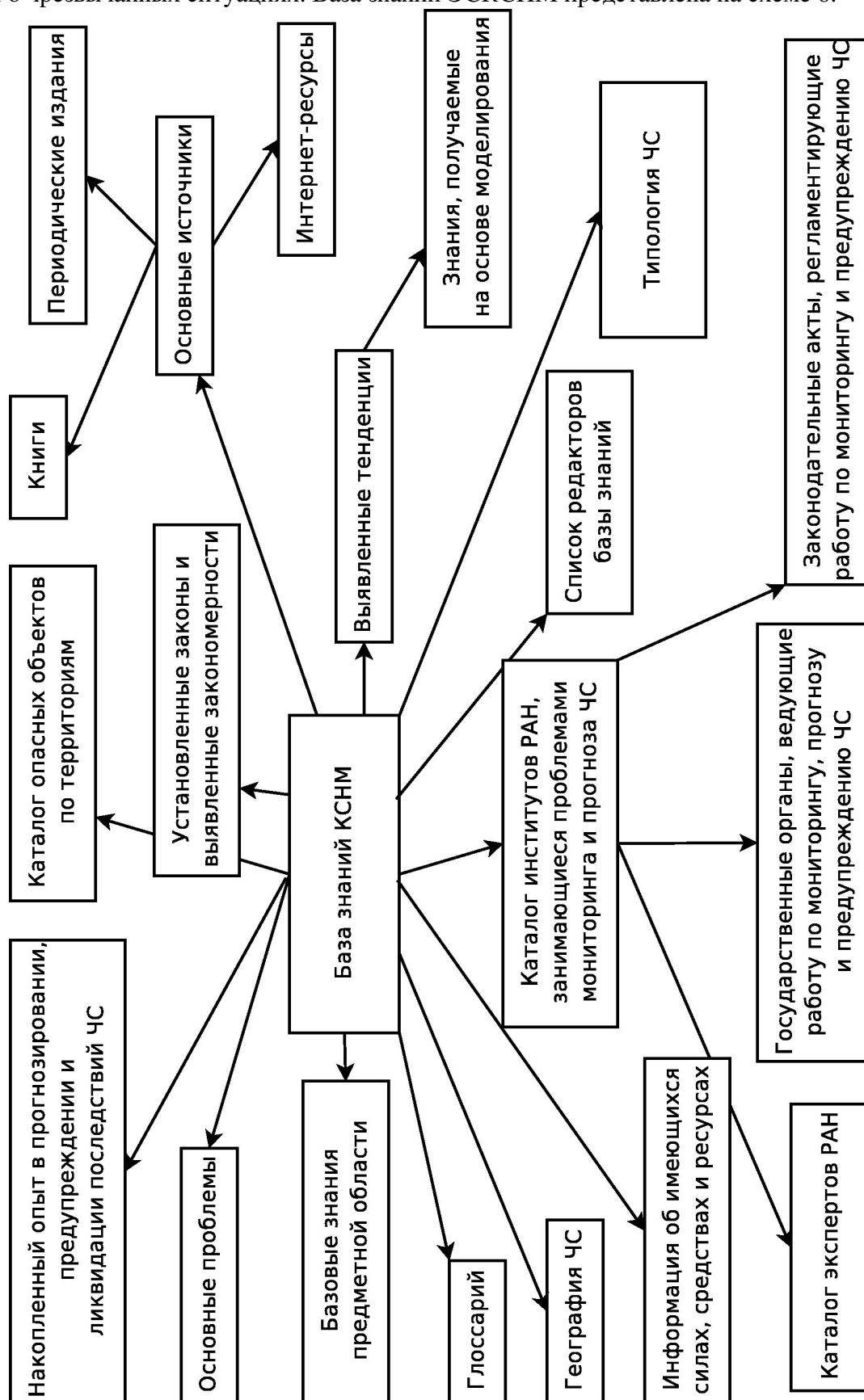


Схема 6. База знаний КСНМ

Наполнение базы знаний активно ведется в настоящее время.

Литература

1. Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г. и др. Управление рисками. Риск, устойчивое развитие, синергетика. <http://risk.keldysh.ru/risk/risk.htm>
2. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика и проблемы прогноза. Вестник РАН, 2001, т. 71, №3, с. 210-244.
3. Малинецкий Г.Г., Медведев И.Г., Маевский В.И., Осипов В.И., Залиханов М.Ч., Фролов К.В., Махутов Н.А., Львов Д.С., Левашов В.К., Римашевская Н.М., Кузнецов И.В., Кульба В.В., Гусев А.В., Митин Н.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. Кризисы современной России и научный мониторинг// Вестник РАН, 2003, т.73, №7, с.579-593 15с.
4. Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В., Кузнецов И.В. О национальной системе научного мониторинга. Вестник РАН, 2005, т. 75, №7, с. 1-16.
5. THESIS. Риск, неопределенность, случайность. Междисциплинарный академический центр социальных наук, 1994, вып. 5.
6. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., URSS, 2001, 3-е издание
7. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: URSS, 2005 г.
8. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000, 384с.
9. Международная конференция «Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций», 22-23 августа 1998 г., Доклады и выступления. М.: URSS, 1998, 320 с.
10. Моисеев Н.Н. Математика ставит эксперимент. М.: Наука, 1982.
11. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981, 488 с.
12. Природные опасности и общество. Тематический том. /Под. ред. В.А. Владимирова, Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. - М.: Издательская фирма «КРУК», 2002.
13. Сейсмические опасности. Тематический том. /Под. ред. Г.А. Соболева. - М.: Издательская фирма «Крук», 2000,
14. Экзогенные геологические опасности. Тематический том. /Под. ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. - М.: Издательская фирма «КРУК», 2002.
15. Геокриологические опасности. Тематический том. /Под. ред. Л.С. Гарагуля, Э.Д. Ершова. - М.: Издательская фирма «КРУК», 2000.
16. Гидрометеорологические опасности. Тематический том. /Под. ред. Г.С. Голицына, А.А. Васильева. - М.: Издательская фирма «КРУК», 2001.
17. Оценка и управление природными рисками. Тематический том. / Под ред. А.Л. Рагозина. М.: Издательская фирма «КРУК», 2003.
18. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. / Под общей редакцией С.К. Шойгу. М.: ИПЦ «Дизайн.

- Информация. Картография», 2005
19. Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя. /Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон : Пер. с англ. Слинкин А.А. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2004.
 20. Будущее России в зеркале синергетики. Сборник статей под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: КомКнига, 2006, 272 с.
 21. Малинецкий Г.Г. Экспертиза – главная функция современной российской науки. //Российский химический журнал. 2007. Том LI, №3, с. 24-40.
 22. Кульба В.В., Архипова Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях. М.: РГГУ, 1995. 2-е изд.: 1998.
 23. Режимы с обострением: эволюция идеи. Сборник статей под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 312 с.
 24. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Подлазов А.В., Нелинейная динамика. Подходы, результаты, надежды. - М.: КомКнига, 2006, 208 с.
 25. Бир С. Мозг фирмы. 2-е издание. М.: URSS, 2005, 416 с.
 26. Котов Ю.Б. Новые математические подходы к задачам медицинской диагностики. М.: URSS, 2004.
 27. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах. М.: Логос, 2000, 296 с.
 28. 30 лет Институту системного анализа Российской академии наук: История создания и развития Института системного анализа. 1976 – 2006 г. М.: КомКнига, 2006, 472 с.
 29. Стратегии управления риском. М.: URSS, в печати.
 30. ГОСТ Р 22.0.01-94 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения"
 31. ГОСТ Р 22.0.02-94 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий."
 32. ГОСТ Р 22.0.03-95 «Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения»
 33. ГОСТ Р 22.0.04-95 "Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения."
 34. ГОСТ Р 22.1.01-95 "Мониторинг и прогнозирование. Основные положения"
 35. ГОСТ Р 22.1.02-95 "Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения"
 36. ГОСТ Р 22.0.06-95 "Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы"
 37. ГОСТ Р 22.0.07-95 "Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров"
 38. ГОСТ Р 22.0.09-95 «Чрезвычайные ситуации на акваториях. Термины и определения»
 39. ГОСТ Р 22.8.01-96 «Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования»
 40. ГОСТ Р 22.0.10-96 "Правила нанесения на карты обстановки о чрезвычайных ситуациях. Условные обозначения."
 41. ГОСТ Р 22.1.06-99 "Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования"
 42. ГОСТ Р 22.1.07-99 "Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования"

- 43. ГОСТ Р 22.1.08-99 "Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования"
- 44. ГОСТ Р 22.1.09-99 "Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования"
- 45. ГОСТ Р 22.0.11-99 "Предупреждение природных чрезвычайных ситуаций. Термины и определения"