

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Мусаев¹, Ю. М. Шерстюк²

¹Специализированная инжиниринговая компания
СЕВЗАПМОНТАЖАВТОМАТИКА
199155, Санкт-Петербург, пер. Каховского, д. 10
amusaev@szma.com

²Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д. 39
yusher@bimk.spb.su

УДК 681.3

А. А. Мусаев, Ю. М. Шерстюк. **Аналитические информационные технологии в задаче управления безопасностью промышленного предприятия** // Труды СПИИРАН. Вып. 1, т. 2. — СПб.: СПИИРАН, 2002.

Аннотация. *Статья посвящена проблеме адаптации аналитических информационных технологий к решению задач управления безопасностью промышленного предприятия.* — Библ. 2 назв.

UDC 681.3

A. A. Musaev, Y. M. Sherstuk. **Analytical information technologies in the problem of secure industrial management** // SPIIRAS Proceedings. Issue 1, v. 2. — SPb.: SPIIRAS, 2002.

Abstract. *Adaptation of analytical information technologies to problems of secure industrial control is investigated.* — Bibl. 2 items.

Проблема обеспечения интегральной безопасности промышленного предприятия в контексте российской экономики

Одним из актуальных вопросов обеспечения устойчивого функционирования и развития промышленного предприятия является обеспечение его интегральной безопасности. Именно безопасность развития предприятия в целом в условиях естественных и искусственно организованных противоречий определяет принципиальную возможность его экономического выживания и перспективность эффективного функционирования.

Причины указанного императива достаточно очевидны: в России, как нигде в мире, экономика зависит от превратностей политической ситуации, характеризующейся высочайшим уровнем нестабильности. Существующая законодательная база и налоговая политика в стране до последнего времени были остро антагонистичны любой эффективной легальной производственной деятельности. Не меньшую негативную роль играют: наличие криминальных и полукриминальных структур мафиозного типа, теневая экономика, нестабильность политической обстановки, надвигающиеся энергетические, сырьевые и экологические кризисы и т. п.

Как правило, руководство предприятия обладает принципиальной возможностью для того, чтобы при наличии точных данных о потенциальных угрозах принять соответствующие превентивные меры (управления), существенно демпфирующие или полностью устраняющие реализации этих угроз. Наиболее сложной проблемой обеспечения безопасности является заблаговременное обнаружение скрытых угроз, выявление их генезиса и определяющих их факто-

ров, построение прогностических сценариев развития критических и конфликтных ситуаций, оценка эффективности тех или иных способов и средств противодействия.

Решение данной жизненно важной проблемы целесообразно возложить на специализированную службу безопасности, ориентированную на решение широкого спектра разнородных задач в интересах обеспечения устойчивого функционирования предприятия. Важнейшей задачей такой службы является проведение перманентных аналитических исследований оперативных ситуаций и формирование прогностических сценариев их развития. При этом современный подход предполагает наличие мощной информационной поддержки, базирующейся на предметно-ориентированной *многоцелевой аналитической информационной системе безопасности* (МАИСБ). Основной задачей такой системы является оперативное вскрытие факторов угрозы, идентификация их взаимосвязей и тенденций развития, формирование прогностических сценариев развития угрожающих ситуаций и формирование на их основе предварительных рекомендаций по принятию превентивных мер, направленных на демпфирование ожидаемых угроз.

Ниже рассматриваются некоторые ключевые вопросы построения информационных систем класса МАИСБ.

1. Состояние вопроса и постановка задачи

Система обеспечения безопасности является одним из важнейших звеньев системы управления предприятия и охватывает целый ряд разнородных сфер (промышленная безопасность, экономическая безопасность, экологическая безопасность, информационная безопасность и т. п.), требующих интегрального подхода в интересах видения всей проблемы в целом, тенденций развития угрожающих ситуаций с учетом взаимосвязей и взаимовлияния всех ее составляющих. При этом в качестве важнейшего элемента обеспечения безопасности предлагается использовать аналитическую информационную систему, предназначенную для решения вышеперечисленных задач превентивного вскрытия угрожаемой обстановки, обнаружения и идентификации скрытых факторов угрозы, прогнозирования угрожаемых ситуаций и построения сценариев их развития.

По своей природе МАИСБ представляет собой автоматизированный комплекс ситуационного анализа, ориентированный на прямое и непрерывное обеспечение органов управления аналитической информацией о возможных промышленных, экономических, информационных и других угрозах безопасности и эффективного функционирования предприятия. При этом достаточно очевидно, что для формирования аналитических выводов необходимо построить мощную, постоянно расширяемую информационную базу данных, затрагивающую все стороны деятельности предприятия.

Важнейшим элементом макропроблемы интегральной безопасности предприятия является обеспечение его *промышленной безопасности* [1]. Данная проблема условно разделяется на задачи обеспечения безопасности технологических процессов, безопасности систем технического обеспечения, энергетической безопасности и т. п.

Вплотную к данной проблеме примыкает задача *экологической безопасности*. Обе проблемы остро нуждаются в решении задач оценки и прогнозирования развития рисков и возможности возникновения техногенных катастроф.

С развитием средств автоматизации и телекоммуникации все больше возрастает роль *информационной безопасности*. При этом речь идет не только о сбоях и ошибках в системах программного обеспечения, но и необходимости противодействия несанкционированному доступу к информационным хранилищам и вычислительным сетям предприятия, осуществляемому в интересах конкурирующих организаций и криминальных структур.

Наиболее емко проблема интегральной безопасности предприятия отражается через показатели его *экономической безопасности* и устойчивости развития. При этом важно осознавать, что предприятие не является изолированной системой, оно "погружено" в социально-экономическую среду отрасли и государства и полностью определяется ее основными компонентами — экономикой, финансами и политикой (рис.1).

В связи с этим важнейшим, первоочередным объектом анализа интегральной безопасности должен служить финансово-экономический потенциал предприятия, рассматриваемый в динамике его саморазвития на фоне экономических, финансовых, политических и социальных процессов в России.

В то же время вопросы обеспечения экономической безопасности должны быть обязательно увязаны с анализом состояния мировой экономики и финансов. Открытая экономка страны неизбежно подвержена влиянию факторов мировой динамики — как естественных, объективно существующих (вопросы ресурсов, демографии, экологии), так и искусственно организованных и, в частности, антагонистически ориентированных по отношению к экономическому потенциалу страны.

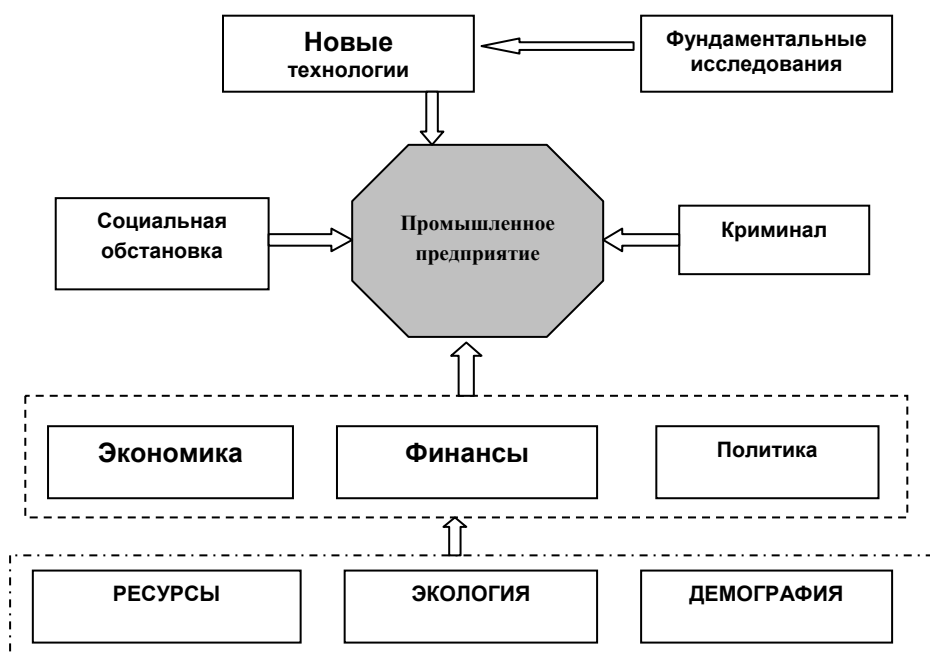


Рис.1. Основные группы факторов влияния.

С точки зрения направленности данной статьи имеет смысл указать на еще один фактор, существенно определяющий характер экономического и технического потенциала предприятия — это новые и новейшие технологии. Их значимость, особенно в области систем информационной безопасности, достаточно очевидна и не требует дополнительных комментариев. Именно на основе новых технологий предполагается построить МАИСБ, способную обеспечить устойчивую поддержку управленческих решений в области интегральной безопасности предприятия.

2. Аналитические информационные технологии

Следует указать, что большинство частных задач обеспечения безопасности следует решать во взаимосвязи. Это предполагает, помимо специализированного математического аппарата, уделить внимание построению качественно новых систем хранения информации — хранилищ и витрин данных, ориентированных на решение крупномасштабных аналитических задач. Все это предполагает переход к качественно новому классу технологий — *аналитических*.

К аналитическим технологиям относят подкласс информационных технологий, ориентированных на задачи автоматизированной поддержки принятия решений и прогнозирования состояния сложных динамических систем в нестационарных и неоднородных средах.

Разумеется, подобные вопросы ситуационного анализа и прогностики рассматривались и ранее. Однако эффективность их решения оставалась невысокой. Классические математические технологии анализа и прогнозирования развития ситуаций использовались крайне незначительно в виду низкой достоверности получаемых результатов. Особенно остро это проявлялось в неспособности формальных алгоритмов отследить качественные, скачкообразные изменения контролируемых процессов.

Низкая эффективность математического анализа ситуаций и прогноза была обусловлена, с одной стороны, недостаточным уровнем фундаментальных исследований в области анализа нестационарных многомерных временных процессов, а с другой — крайне высокими требованиями к вычислительной технике по быстродействию и по объему необходимой памяти.

Альтернативным и наиболее распространенным инструментом прогнозирования развития сложных ситуаций являются экспертный анализ, который и в настоящее время остается основным средством предсказания развития ситуаций. Большинство известных западных и отечественных центров ситуационного анализа работали по единой методологии: осуществляется сбор информации, ее визуализация и представление группе экспертов. По существу, данные центры представляют собой высокеемкие визуализации — автоматизированные хранилища информации с мощными компьютерными средствами отображения информации.

Однако в сложных, нестационарных ситуациях, обусловленных большим числом разнообразных гетерогенных взаимосвязанных факторов, эксперты, как правило, не находят рациональных решений, их мнения оказываются субъективными и противоречивыми. Мозг эксперта, как правило, не способен экстраполировать развитие ситуаций, находящихся под воздействием более 3–5 независимых факторов. Для взаимосвязанных воздействий даже опытный эксперт способен корректно учесть не более трех факторов влияния. В то же время

большинство реальных стратегических ситуаций требуют учета, как минимум, от 6 до 50 (и более) значимых факторов влияния.

Практические результаты применения экспертной методологии на государственном уровне известны: экономика переживала регулярные стрессовые потрясения, часть из которых находится "на совести" информационных служб. В качестве примера можно привести ситуацию с "черным вторником", крупную атаку на отечественном фондовом рынке, организованную группой международных финансовых спекулянтов в мае 1998 г., августовские события 1998 г., бензиновый кризис августа 1999 г. и т. п. В то же время большинство из случившихся событий вполне допускает достаточно достоверное предсказание (а в ряде ситуаций и демпфирование) при наличии хорошо организованной службы стратегического экономического анализа и прогноза, опирающейся на современные информационные и аналитические технологии.

Таким образом, возникает высоко актуальная проблема разработки качественно новой автоматизированной системы поддержки принятия решений (СППР, Decision Support Systems, DSS), ориентированной на решение задач стратегического экономического анализа и прогнозирования развития ситуации в интересах обеспечения интегральной безопасности предприятия и основанной на современных аналитических технологиях.

3. Data Mining: математическая платформа проекта

Для решения поставленной проблемы предлагается осуществить разработку проекта построения МАИСБ предприятия, функциональным ядром которого служит специализированная аналитическая оболочка, ориентированная на решение задач анализа и прогноза развития стратегических ситуаций. В качестве базовой платформы проекта предлагается использовать методологию Data Mining (DM) или интеллектуального анализа данных. Суть DM состоит в автоматизированном анализе и прогнозировании развития ситуаций на основе анализа сверхбольших объемов ретроспективной и оперативной информации, сконцентрированных в информационных хранилищах.

Основными задачами, решаемыми средствами DM, являются вскрытие неявных закономерностей, взаимозависимостей и факторов влияния в интересах задач ситуационного анализа и прогноза, т.е. вопросы, наиболее актуальные с точки зрения обеспечения интегральной безопасности предприятия. Главной особенностью DM является сочетание последних достижений в области компьютерных технологий с широким спектром математических инструментов — от фундаментальных статистических методов регрессионного и многофакторного дисперсионного анализа до новых кибернетических алгоритмов, основанных на нейронных сетях, эволюционном моделировании и т.п.

Другой, не менее важной, особенностью DM является его способность гармонично сочетать строго формализованные математические технологии анализа количественной информации с методами неформального качественного анализа, опирающегося на субъективные знания экспертов.

Для того чтобы получить представление о концептуальной сущности DM, его отличительных особенностях, роли и месте в общей системе обработки информации, рассмотрим структурную схему, отражающую основные компоненты DM в процессе подготовки проектов решений (рис. 2).

Как свидетельствует приведенная схема, собственно DM осуществляет аналитическую обработку сверхбольших объемов данных, содержащихся в ин-

формационном хранилище в интересах, прежде всего, решения задачи формирования наилучших (в некотором, заранее определенном смысле) проектов искомым решений. По существу, методология DM сводится к структуризации прогностической информации на основе машинного анализа ретроспективных данных.

Главным отличием аналитических информационных систем, использующих методологию DM, от известных транзакционных систем обработки данных (СОД), широко применяемых в современных корпоративных информационных системах, является попытка подойти к задаче формирования решения с позиции историзма, т. е. на основе полномасштабного количественного анализа всего предшествующего опыта, отраженного в рядах ретроспективных данных в системах хранения информации.

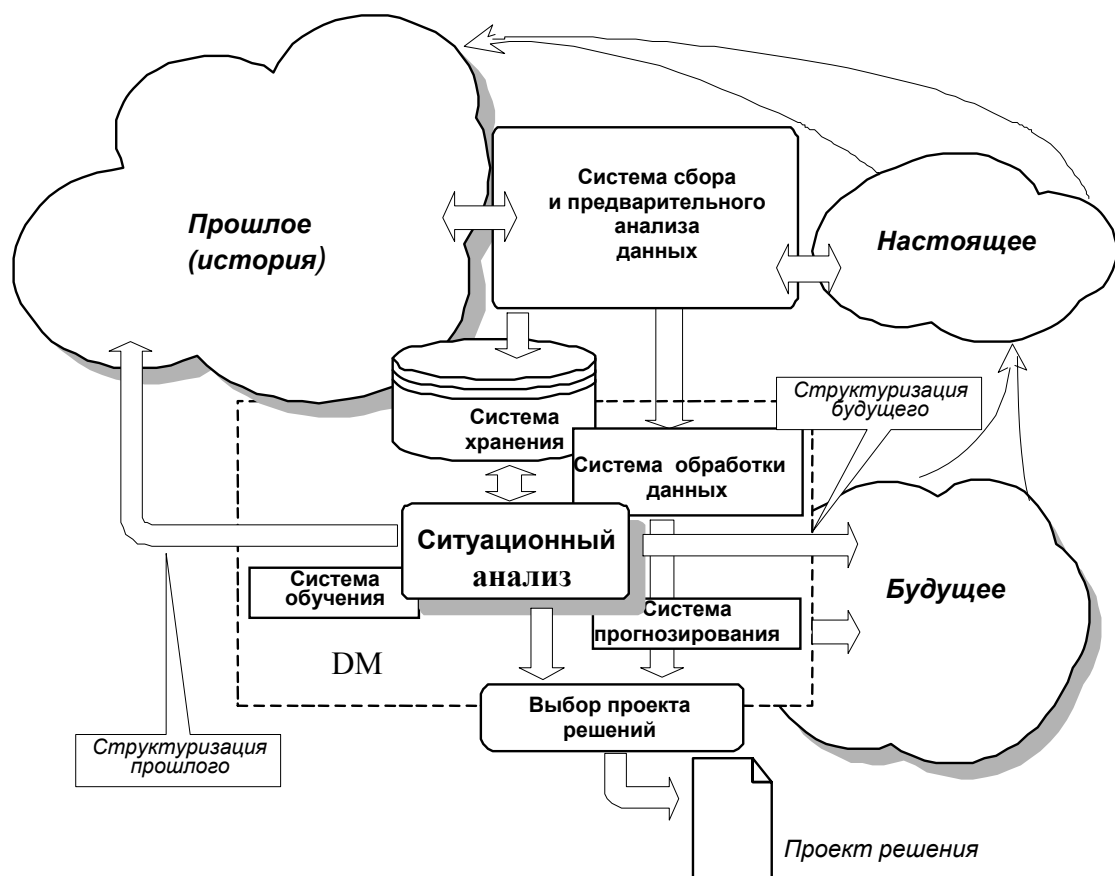


Рис. 2. Основные компоненты DM и их место в процессе подготовки проектов решений

С точки зрения построения СППР, комплекс средств, предназначенных для обеспечения информационной системы руководителя (ИСР, EIS) оперативной информацией и основанных на транзакционной СОД, имеет вид, представленный на рис. 3.

Применение аналитических технологий существенно изменяет всю структуры информационной системы (рис. 4), и состоит в расширении ее функцио-

нальных составляющих путем введения аналитической экспертизы, вооруженной специализированным DM-инструментарием.

При этом огромный объем хранимой и перерабатываемой информации предполагает использование специальных систем хранения информации, основанных на новой технологической концепции *хранилища данных* (Data Warehouse, DW).

Акцент на количественной методологии позволяет перенести центр тяжести процедуры выработки проекта решения с эвристических логико-интуитивных методов, характерных для экспертной технологии, на мощную, глубоко формализованную платформу фундаментальной и прикладной математики.

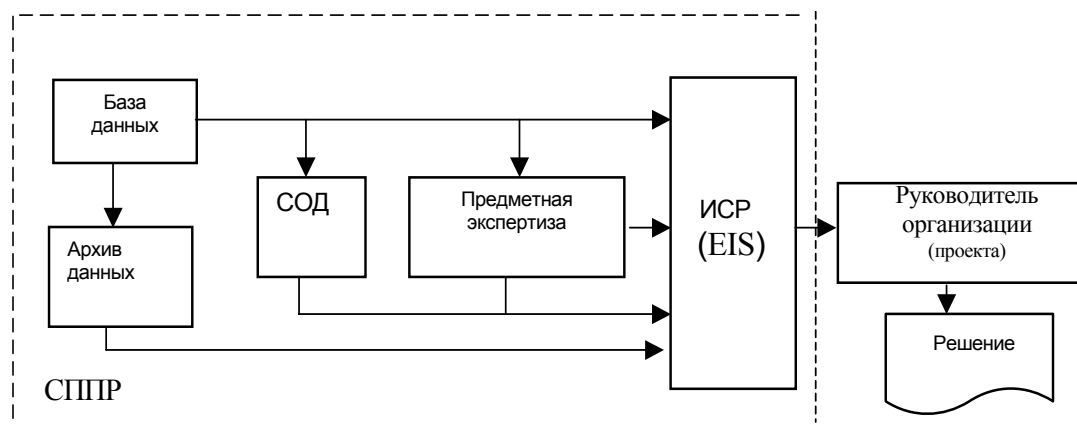


Рис. 3. Структура СППР на основе транзакционной СОД и предметной экспертизы

При этом качественный, экспертный анализ также сохраняется, но теперь основным центром его приложения является не всеобъемлющий и трудно охватываемый обзор исторического опыта, а лишь вполне обозримый объем конечного набора уже сформированных вариантов решений на фоне подготовленных прогностических сценариев.

Таким образом, речь, по существу, идет о новой форме гибридного интеллекта, в которой машине отводится роль сверхмощного количественного анализатора, а за человеком остаются вопросы терминальных качественных решений.

4. Вопросы экономической эффективности

Следует отметить огромный интерес, проявляемый на Западе к аналитическим технологиям. Сейчас на решении задач по созданию DM-продуктов, OLAP и DW-технологий сконцентрирована элита западноевропейского и американского интеллектуального потенциала, при этом в сфере бизнеса, экономики и финансов в области DM уже работает более 50 фирм, включая такие гиганты, как IBM и AT&T. Лишь за последние 1,5 года по вопросам DM в США выпущено более 12 научных монографий. Основным продуктом фирм-разработчиков являются комплексные пакеты обработки данных по математической статистике, нейронным сетям, обработке экспертной информации, средствам визуализации и подготовки отчетов и т. п.

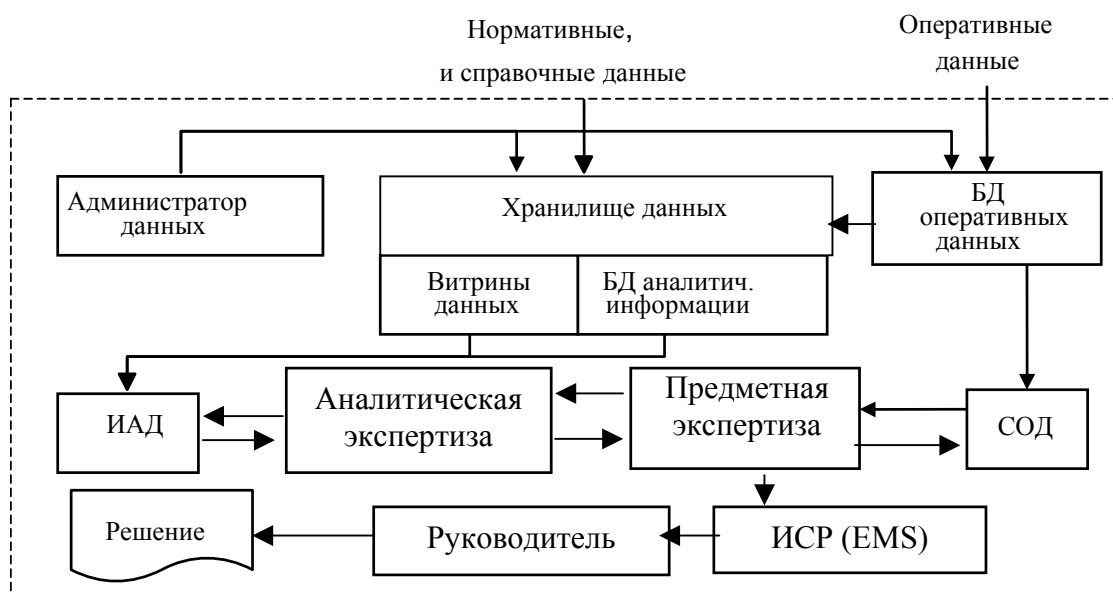


Рис.4. Структура СППР с аналитической экспертизой и хранилищем данных

В настоящее время инвестиции в разработку систем DM достаточно велики. Однако выигрыш от их внедрения (по данным международных консалтинговых фирм) может достигать 1000% (!), а расходы при правильном использовании системы могут окупиться за несколько месяцев.

Трудно найти более выгодное вложение капитала, чем в аналитические исследования в области безопасности. Так, например, в системе промышленной безопасности прогностическое выявление и предупреждение одной единственной, не самой крупной аварии полностью (а порою и многократно) окупает развертывание МАИСБ.

Эффект от применения МАИСБ в задачах экономической безопасности может исчисляться сотнями миллионов долларов за счет прогноза скачкообразных изменений состояния товарно-сырьевого рынка, превентивной защиты топливно-энергетического рынка, в системе страхования и т. п. В качестве примера можно привести следующую ситуацию. По данным специалистов, работающих с аналитическими технологиями, априорная теоретическая оценка вероятности "обвала" ГКО в августе–сентябре 1998 года составляла более 90%! Если бы крупнейшие банки и предприятия имели свою службу экономической безопасности, вооруженную эффективными средствами прогностики, многие из них смогли бы спастись от неминуемого банкротства.

Литература

- [1] Абросимов А. А., Коломийцев В. М., Костерин В. Н. и др. Система промышленной безопасности. — Безопасность труда в промышленности, 2000, № 10 — с. 2–8.
- [2] Карпов Е. А., Мусаев А. А., Шерстюк Ю. М. Многоцелевая аналитическая информационная система. Методология создания и основные проектные решения. — МО РФ, 2000. — 143 с.