УДК 622.3.012

А.Ф.ГЕРШБЕРГ
Горно-электромеханический факультет, соискатель

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Для обеспечения эксплуатации автоматизированных систем управления предполагается использовать новую методологию прецедентного анализа. Количественный поиск ситуаций-аналогов осуществляется методами автоматического последовательного скользящего просмотра ретроспективных данных, представленных в виде многомерных временных рядов в специализированных базах данных. Используя статистическую меру близости между текущей и просматриваемой ситуацией, выбирается множество количественных прецедентов, каждому из которых соответствуют качественные описания соответствующего периода времени. Специалист получает качественные данные прецедентов и селектирует наиболее правдоподобные прецеденты. Последующие за прецедентами ситуации на временном интервале образуют набор прецедентов прогнозируемой ситуации, позволяющий формировать качественно новый математический прогноз, заведомо учитывающий весь исторический опыт, хранящийся в памяти ЭВМ, и скорректированный с учетом знаний и интуиции специалиста. Таким образом, идеология прецедентного анализа предоставляет возможность гармонично интегрировать усилия специалиста в области эксплуатации и машины и вплотную подойти к формированию технологий гибридного интеллекта. Предлагаемая концепция прецедентного анализа не требует от специалиста в области эксплуатации дополнительной математической подготовки, не предъявляет исключительно высоких требований к его личному опыту. Специалист может пользоваться традиционными качественными методами анализа ситуаций, уже выбранными для него методами машинного поиска. Это позволяет построить новый тип интерфейса, «доброжелательный» к предметному специалисту и удовлетворяющий вышеописанным требованиям.

For maintenance of operation of the automated control system it is supported to use now the methodology of precedent analysis. Quantitative search of situation-analogues is carried out by methods of automatic consecutive sliding viewing of the retrospective data submitted as multivariate time lines in specialized databases. Using a statistical measure of affinity between current and glanced situation, the set quantitative of precedents gets out, to each of which corresponds qualitative description of the appropriate period of time. The expert receives the qualitative data of precedents and distributes the most plausible precedents. The subsequent for precedent situations on a time interval forma set of precedents the predicted situation, allowing to form qualitatively new mathematical forecast which is obviously taking into account all historical experience, kept in a computer memory, and corrected in view of knowledge and instuitions of the expert. Thus, the ideology of the case analysis gives an opportunity harmoniously to integrate efforts of the expert in the field of operation and machines and to approach closely to the formation of technologies of hybrid intelligence. The offered concept of precedent does not demand the analysis of the expert in the field of operation of additional mathematical preparation, does not show extremely high requirements to his personal experience. The expert may use traditional methods of machine search already chosen for it. It allows to construct new type of interface «benevolent» to the subject expert and satisfying the above described requirements.

Современные системы управления производством, ориентированные на решение эксплуатационных задач, как правило, имеют автоматизированные средства доступа к данным, подсистемы оперативной обработки и анализа этих данных, а также средства формирования отчетов.

Однако в сложных, нестационарных ситуациях, обусловленных большим числом разнообразных гетерогенных взаимосвязанных факторов, специалисты могут не найти оптимальных решений, их мнения оказываются субъективными и противоречивыми. Мозг специалиста, как правило, не способен экстраполировать развитие ситуаций, находящихся под воздействием более трех-пяти независимых факторов. Для взаимосвязанных воздействий даже опытный эксперт спо-

собен корректно учесть не более трех факторов влияния. В тоже время большинство реальных ситуаций по оперативному анализу безотказности, ремонтопригодности, долговечности и т.п. требуют учета, как минимум, от 6 до 50 значимых факторов влияния.

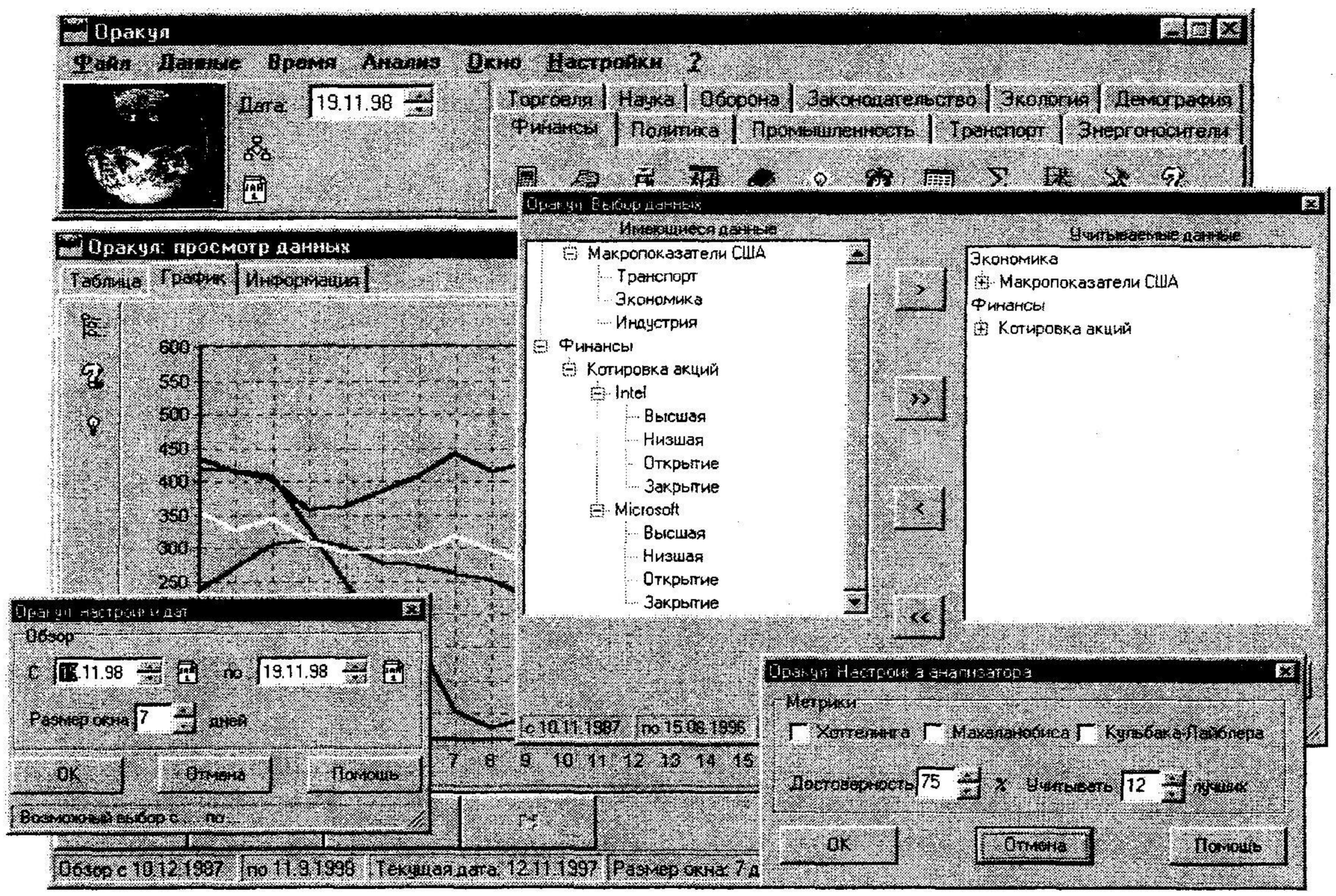
Традиционные методы информационной поддержки решений, как уже отмечалось, также работают неэффективно; это объясняется тем, что большинство функциональных решений в области надежности систем являются прогностическими. В свою очередь, традиционная схема математического предсказания процесса развития ситуации базируется на известных методах детерминированной или статистической экстраполяции, предполагающих неизменность динамических характеристик на интервале прогнозирования.

Разработка и внедрение технологии интеллектуального анализа данных (ИАД) дает возможность осуществлять строгий формализованный анализ сверхбольших массивов ретроспективных данных и позволяет существенно повысить качество формируемых стратегических решений в области управления функциональной надежностью. Однако непосредственное использование математического инструментария ИАД, организованного в виде интегрированных программных математических продуктов, сталкивается с необходимостью преодоления достаточно существенной проблемы. Суть ее состоит в том, что любой предметный специалист является глубоким профессионалом в эксплуатации. Но он не является экспертом в области математической обработки данных, в существенных тонкостях применения того или иного математического аппарата. В результате некорректного применения математики, заложенной в программных продуктах пользователя (специалиста), полученные формализованные решения во многих ситуациях оказываются неверными (неадекватными реальным ситуациям), отсюда возникает кризис доверия к методам автоматизированного статистического анализа, машинным методам прогнозирования сценариев и т.п.

Одновременная работа специалиста в области эксплуатации с математиком также не всегда увенчивается успехом: очень мало математиков способны выйти из своей математической, узко специальной «зашоренности» и понять комплексную проблему оценки эксплуатационной ситуации на предприятии. Кроме того, далеко не все организации могут позволить себе включить в штат специалиста по аналитическим методам решения предметных задач.

Возникает необходимость в разработке качественно нового программного продукта, который был бы способен осуществлять формализованный анализ текущей ситуации, ее прогноз, и в тоже время был бы предельно доброжелателен к предметному специалисту.

Для решения поставленных проблем предполагается использовать новую методологию прецедентного анализа. При этом количественный поиск ситуаций-аналогов осуществляется методами автоматического последовательного скользящего просмотра ретроспективных данных, представленных в виде многомерных временных рядов с специализированных базах данных (БД). Используя статистическую меру близости $m(S_i, S_k)$ между текущей и просматриваемой (в скользящем окне наблюдения) ситуацией, выбирается множество количественных прецедентов, каждому из которых соответствуют качественные описания соответствующего периода времени (описание отказов и неисправностей, сбоев в управлении, нарушений режимов эксплуатации и др.). Специалист получает качественные данные прецедентов и селектирует наиболее правдоподобные прецеденты. Последующие за прецедентами ситуации на временном интервале $(t_i, t_i + t_{пр})$ образуют набор прецедентов прогнозируемой ситуации $(t_k, t_k + t_{пр})$, позволяющий формировать качественно новый математический прогноз, заведомо учитывающий весь исторический опыт, хранящийся в памяти ЭВМ, и скорректированный с учетом знаний и интуиции специалиста. Таким образом, идеология прецедентного анализа предоставляет возможность гармонично интегрировать усилия специалиста в области эксплуатации и машины и вплотную подойти к формированию технологий гибридного интеллекта.



Макет интерфейса универсального рабочего места

Как уже отмечалось, условием эффективной работы эксперта-аналитика является наличие аналитического инструмента, работая с которым он мог бы оставаться в своей предметной области: от него нельзя требовать особо глубоких знаний математики, и в тоже время математика должна обслуживать его на пределе современных теоретических возможностей.

Специалист, формирующий оперативный анализ сложившейся ситуации и прогноз ее развития, должен работать с интерфейсом, предназначенным именно для него, для его понятийной среды. При этом интерфейс должен быть снабжен теми управляющими атрибутами, которые являются естественными для предметного специалиста – начальника цеха, специалиста в области эксплуатации, в области надежности и т.п.

В тоже время за знакомыми командами должно скрываться обращение к самой современной математике ситуационного анализа (математическая статистика, прогностика, распознавание, алгоритмы искусственного интеллекта и т.п.) и к мощным хранилищам ретроспективной информации. Вся математика должна быть «зашита» за облицовку интерфейса, а ее корректное применение должно обеспечиваться специальной программой-анализатором математической структуры исходных данных.

Внешний вид макета интерфейса универсального рабочего места предметного специалиста приведен на рисунке.

Предлагаемая концепция прецедентного анализа не требует от специалиста в области эксплуатации дополнительной математической подготовки, не предъявляет исключительно высоких требований к его личному опыту. Специалист может пользоваться традиционными качественными методами анализа ситуаций, уже выбранными для него методами машинного поиска. Это позволяет построить новый тип интерфейса, «доброжелательный» к предметному специалисту и удовлетворяющий вышеописанным требованиям.

Научный руководитель профессор, д.т.н. *А.Г.Протосеня*