

Использование современных информационных технологий для решения коррозионных проблем

К. Р. Таранцева, В. С. Пахомов

Пензенский технологический институт

Московский государственный университет инженерной экологии

Статья поступила в редакцию 11.03.2004 г.

Рассмотрены возможности использования существующих экспертных систем по коррозии для решения коррозионных проблем на производстве. Показано, что применение в нашей стране имеющихся на западе экспертных систем по коррозии затруднено по целому ряду причин. В связи с чем, необходимо создавать экспертные системы по коррозии, адаптированные к нуждам отечественных потребителей, и, в первую очередь, для конструкторов-разработчиков новой техники и инженеров, отвечающих на производстве за противокоррозионную защиту.

Существующие знания о коррозионных процессах далеко не всегда доводятся до практиков, и подтверждением тому являются огромные потери из-за коррозии на производстве. Причин этому множество: сложность процессов коррозии, малочисленность специалистов по коррозии, трудности переноса результатов, полученных в лабораторных условиях, в промышленность, устаревший подход к проектно-конструкторской разработке изделий и т. д.

Основной же причиной коррозионных потерь на производстве является отсутствие комплексного подхода к выбору конструкционных материалов, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивной среды. Коррозия является многодисциплинарной сферой, и для успешного решения коррозионных проблем необходимо привлечение знаний из различных областей, в частности, материаловедения, металлургии, анализа риска, безопасности и т. п.

Конструктор, как правило, не является специалистом ни в области коррозии, ни в области материаловедения и не может обладать энциклопедическими знаниями всех сопутствующих дисциплин. Успешное использование необходимой информации по коррозии зависит не только от ее доступности, но и от корректности ее применения. Часто полезная информация по коррозии, представленная в специальной литературе, неспециалисту непонятна, поскольку лишь эксперт или специалист области коррозии может установить перекрестные связи и выявить определяющие факторы.

В условиях явной нехватки специалистов по коррозии на предприятиях помощь конструкторам при выборе конструкционных материалов могут оказать современные информационные технологии, в частности, экспертные системы.

Экспертная система — это программное средство, использующее знания экспертов для решения неформализованных задач в интересующей пользователя предметной области. Такие системы предназначены, главным образом, для решения практических задач, возникающих в слабо структурированной и трудно формализуемой предметной области. Экспертные системы состоят из следующих блоков [1]:

- модуля представления знаний о конкретной предметной области и управления ими (базы данных (БД) и базы знаний);
- модуля логических выводов, который на основании имеющейся в базе знаний и в базе данных информации способен делать выводы;
- модуля получения знаний от эксперта, поддержки базы знаний и при необходимости ее дополнения (модуля приобретения знаний);
- модуля объяснений, способного представлять различные комментарии к предложенному системой заключению и объяснять его мотивы (модуля советов и разъяснений);
- пользовательского интерфейса для получения и модификации знаний эксперта, а также для правильной передачи ответов пользователю.

Экспертные системы существенно отличаются от традиционных структурных языков программирования, в которых необходимые знания помещались непосредственно в прикладную программу и составляли с ней единое целое. Знания, заложенные в программу, и сама программа их обработки, таким образом, оказывались жестко связанными между собой и позволяли получать только те выводы из имеющихся знаний, которые были предусмотрены программой их обработки. В экспертных системах функции хранения знаний и решения задач разделены. Знания представляются в конкретной форме в базе знаний, которая позволяет их легко определять, модифицировать и пополнять. Функции решения задач реализуются автономным механизмом логических выводов, делаемых на основе знаний, хранящихся в базе. В результате система обладает определенной гибкостью, в ней заложена возможность постоянного накопления новых знаний.

К основным преимуществам экспертных систем относятся:

1. *Устойчивость и стабильность результатов*, в то время как эксперт в тождественных ситуациях может принимать разные решения из-за эмоциональных факторов. Кроме того, перерыв в деятельности человека-эксперта может серьезно отразиться на его профессиональных качествах.

2. *Легкость передачи знаний (информации)*. В экспертной системе передача информации просто процесс копирования программы или файла данных, тогда как передача знаний от одного человека к другому — долгий и дорогой процесс.

3. *Обучаемость системы*. Основу экспертных систем составляет база знаний о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации экспертной системы. База знаний содержит факты (данные) и правила (или другие формы представления знаний), использующие эти факты как основу для принятия решений.

Основными режимами работы экспертной системы являются режимы приобретения знаний и решения задачи (режим консультации или режим использования).

Работка прототипов экспертных систем по коррозии началась в середине 90-х годов практически одновременно в Европе и Америке. Первым шагом на пути создания экспертных систем по коррозии были их прототипы ACHILLES [2] и MENTOR [3], разработанные в Англии в 1984 г. Вначале программа ACHILLES была предназначена для решения проблем локальной коррозии заводского оборудования, а MENTOR — для защиты судов от морской коррозии [4]. Впоследствии программа ACHILLES была заложена в основу глобальной экспертной системы по коррозии, в которой в виде модулей была представлена информация по различным видам коррозии.

В БД системы ACHILLES заложена информация различных форматов: обзорные и ключевые статьи, численные данные, информация о продукции, стандарты, коды и пр. Система, предназначенная для ведения консультаций в трех режимах: прогноз, диагностика и обучение, показала наибольшую эффективность при решении узконаправленных практических задач.

Однако программа STATUS, использованная в качестве оболочки экспертной системы ACHILLES, и язык ее разработки PROLOG-1 были лишь частично адаптированы к такому многодисциплинарному предмету, как коррозия, и не позволяли в полной мере использовать все возможности экспертных систем для решения коррозионных проблем [5].

Более совершенной экспертной оболочкой оказалась SCCEC [6], использованная в системе AUSCOR, предназначенной для оценки коррозионной стойкости нержавеющей сталей в средах и условиях промышленных производств. Данная экспертная система позволяла делать заключения в условиях неполной информации и сопровождать пояснения различными схемами. Тем не менее,

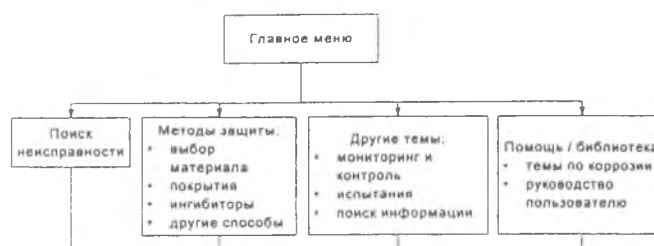


Рис. 1. Схема многомодульной экспертной системы по коррозии ESCORT (Expert Software for Corrosion Technology) [9]

эта система еще не давала возможности делать качественные заключения.

Многомодульная экспертная система по коррозии ESCORT (Expert Software for Corrosion Technology), главными целями которой было улучшение качества консультаций и "поддержка решений" для конструкторов [7], была разработана в соответствии с Европейской стратегической программой по информационным технологиям (ESPRIT), начатой в 1984 г. Первый модуль PRIME этой системы предназначен для выбора материалов и методов предотвращения коррозионных разрушений на заводах химической промышленности. Общая схема ESCORT показана на рис. 1.

В 1986 г. Национальной ассоциацией инженеров-коррозионистов (NACE) и Американским национальным бюро стандартов (NBS) начата разработка экспертных систем по выбору коррозионно-стойких материалов [8, 9]. Программа NACE-NBS предназначена для накопления и эффективного использования данных по коррозионной стойкости металлических и неметаллических материалов. Целью программы является обеспечение доступа к компьютерной базе данных в виде графической и текстовой информации.

Источником информации являются открытые литературные данные, результаты, полученные в лаборатории NACE, и базы данных отдельных фирм. На основе этой информации программой формируются две базы данных: по термодинамике (диаграммы Пурбэ) и кинетике коррозии. Для непроверенных ситуаций и ситуаций с неполной информацией предлагаются прогнозные модели.

Таким образом, в результате переноса опытных данных в прототипы экспертных систем в различных странах было заявлено более 40 экспертных систем. Однако лишь часть разработанных прототипов таких систем отвечала требованиям, предъявляемым к ним. Инспекция существующих экспертных систем по коррозии, проведенная Европейской федерацией по коррозии (EFC) и Европейским институтом технологии материалов (MTI), показала, что большинство заявленных систем (программ) представляют собой узконаправленные базы данных [10]. Из всех заявленных экспертных систем по коррозии лишь 9 удовлетворяют требованиям, предъявляемым к экспертным системам по коррозии, а именно возможностям диагностики коррозии

онного состояния объекта, прогноза, мониторинга, обучения и, в конечном итоге, принятия решения.

Анализ существующих экспертных систем в области коррозии показал, что большинство из них ориентировано на выдачу рекомендаций по электрохимической, атмосферной и газовой коррозии. Практически не существует экспертных систем (разделов экспертных систем), посвященных проблемам питтинговой коррозии. Те из них, которые есть, оперируют отграниченным практическим материалом, без возможности его интерполяции на другие случаи. Большинство экспертных систем не является коммерческим продуктом, и доступ к ним закрыт. Предлагаемые к продаже экспертные системы по коррозии ориентированы на национальные стандарты, что, соответственно, сдерживает их применение в других странах [11–15].

Нами не обнаружено экспертных систем по коррозии, разработанных в России. Имеются отдельные сообщения о создании и успешном использовании лишь справочно-информационных баз данных по коррозии [16–21].

Применение имеющихся на западе экспертных систем по коррозии в нашей стране затруднено по ряду причин:

- различие химического состава и свойств используемых конструкционных материалов, способов формообразования изделий, технологий ведения процессов, ГОСТов, ОСТов и прочих руководящих и нормативных материалов;
- специализированное назначение этих систем;
- их высокая стоимость и др.

В связи с этим необходимо создавать экспертные системы по коррозии, адаптированные к нуждам отечественных потребителей, и, в первую очередь, для конструкторов-разработчиков новой техники и инженеров, отвечающих на производстве за противокоррозионную защиту.

История развития глобальных или многомодульных экспертных систем по коррозии в других странах показывает, что создание их требует привлечения большого количества специалистов из различных областей знаний, координации их усилий на уровне государственной или отраслевой программы и вложения больших средств. В России в ближайшее время реально создание лишь локальных или отраслевых экспертных систем по коррозии. Для их создания и последующего успешного объединения в глобальную экспертную систему по коррозии необходимо решение ряда теоретических и прикладных задач.

К теоретическим задачам, в первую очередь, нужно отнести разработку стратегии представления знаний по коррозии в той или иной ее области. В решении этой проблемы ведущая роль принадлежит экспертам и экспертным советам по коррозии.

Главной прикладной задачей является пересмотр практики бессистемного, хаотичного накопления экспериментальных данных по коррозии в отдельных областях, не позволяющей интегрировать по-

лучаемую информацию для создания качественных банков данных.

Процесс создания экспертных систем достаточно длительный, однако уже на начальных этапах их создания они могут выступать в качестве программ поддержки принятия решений по выбору коррозионно-стойких материалов. Так, существенную помощь предприятиям на первом этапе могут оказать узкоспециализированные автоматизированные системы выбора коррозионно-стойких материалов, разработанные на основе баз данных и баз знаний для конкретных производств.

Автоматизированные системы недороги, не требуют больших информационных ресурсов, устанавливаются на любом предприятии в кратчайшее время и могут снизить коррозионные потери в обозримом будущем. С одной стороны, это позволяет апробировать базы данных и базы знаний, проверить их корректность и адаптировать к пользователю, а с другой — накопить качественную информацию и впоследствии использовать ее для включения в глобальную систему по коррозии.

Автоматизированные системы должны создаваться с помощью программных продуктов, получивших распространение на российском рынке, иметь дружелюбный интерфейс, быть простыми в обращении и не требовать навыков программирования.

При разработке таких систем нельзя также забывать о том, что при всей остроте коррозионных проблем борьба с коррозией не самоцель, поскольку коррозия это естественное стремление системы к минимуму свободной энергии. Компромисс в данном случае может быть найден в обеспечении безопасности объекта и экономически оправданном сроке его службы, при этом коррозионная стойкость материала может служить индикатором рациональности системы [11]. Поэтому в состав автоматизированных систем по коррозии желательно включить блок технико-экономического анализа предлагаемого решения, позволяющий выбирать оптимальные решения при выборе коррозионно-стойких материалов и способов конструктивного оформления оборудования.

Такая попытка разработать прототип автоматизированной системы выбора коррозионно-стойких материалов для оборудования химико-фармацевтических производств (АСТЭАК) была предпринята авторами [22, 23].

На основе анализа информационных потоков в рассматриваемой предметной области в состав автоматизированной системы технико-экономического анализа и выбора коррозионно-стойких материалов АСТЭАК было включено автоматизированное рабочее место (АРМ) конструктора и автоматизированное рабочее место (АРМ) экономиста. Схема работы системы на уровне АРМ включает две циклические части: первая — для выбора групп пользовательских функций, вторая — для функций редактирования таблиц БД, выполнения расчетов и формирования отчетов.



Рис. 2. Управляющая форма "Инженер-конструктор"

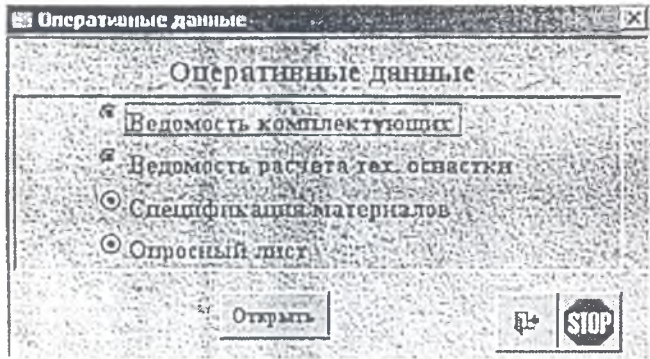


Рис. 3. Форма второго уровня "Оперативные данные"

Структура пользовательского интерфейса АРМ инженера-конструктора содержит три уровня. На первом уровне этого пользовательского интерфейса находится главная управляющая форма, называемая "Инженер-конструктор", которая обеспе-

чивает выбор группы пользовательских функций: "Оперативные данные", "Справочники", "Отчеты", запускает обозреватель Internet Explorer, кнопка "Закрытие формы" закрывает форму, кнопка "Выход из приложения" (рис. 2). Формы второго (рис. 3) и третьего (рис. 4) уровней обеспечивают выбор пользовательских функций по работе с данными и формированию отчетов.

Задача выбора материалов и сплавов, соответствующих заданным условиям эксплуатации и требованиям коррозионной стойкости с указанием ГОСТа и стоимости данных материалов, решена с помощью запроса на выборку "Материал Запрос" (рис. 5), где данные из таблицы "Материал" и "Характеристика подвида среды" сравниваются с данными из формы "Опросный лист" и "Характеристика среды".

Структура пользовательского интерфейса АРМ экономиста аналогична вышерассмотренному пользовательскому интерфейсу АРМ инженера-конструктора.

В состав пользовательских интерфейсов включены различные экранные формы: управляющие (для выбора пользовательских функций), формы для отображения и для ввода данных в таблицы БД. Они позволяют отобразить данные в удобном для пользователя виде, обеспечить корректировку этих данных, ввод новых записей и удаление ненужных.

Для формирования отчетных документов разработаны алгоритмы формирования результатов, запросы на выборку, при этом для формирования

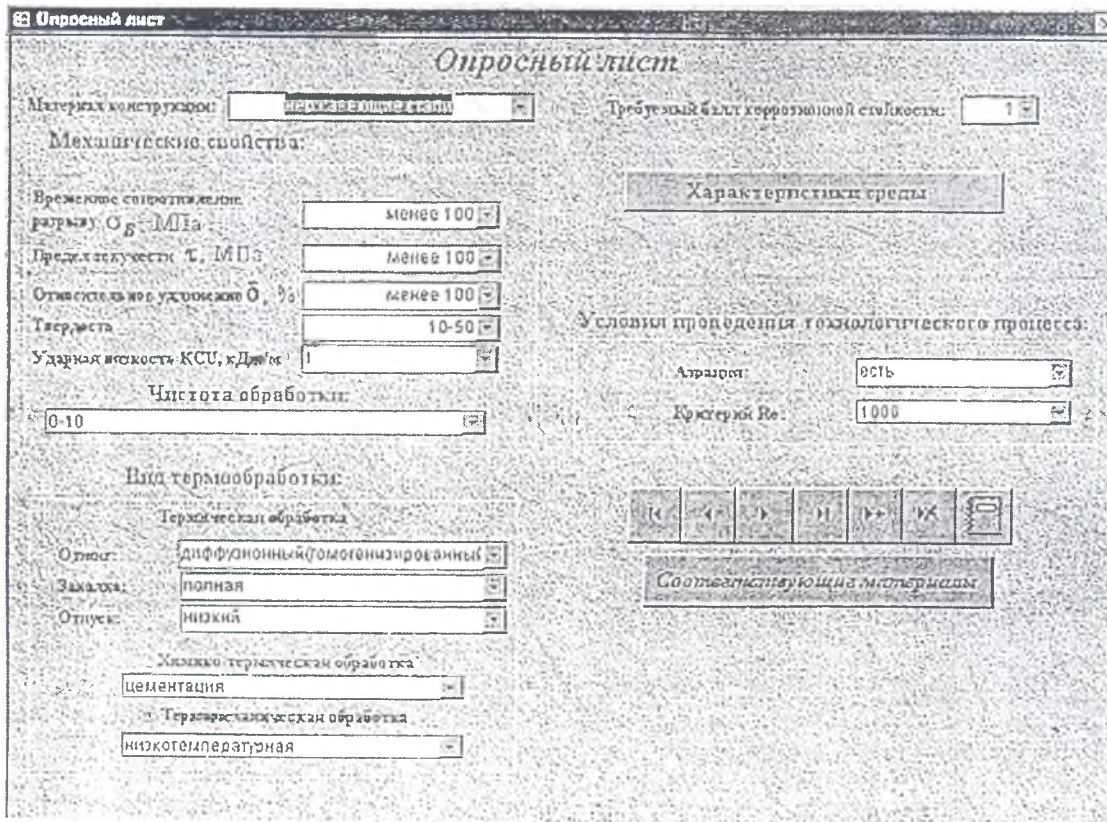


Рис. 4. Форма третьего уровня "Опросный лист"

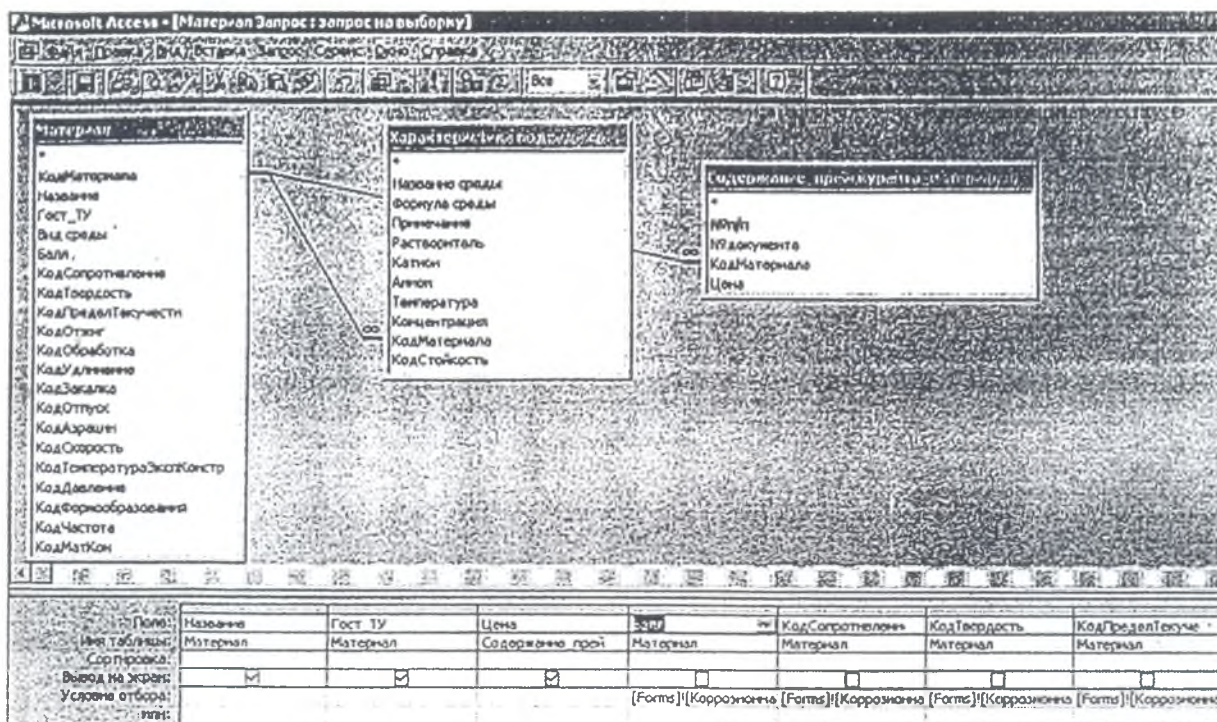


Рис. 5. Структура запроса "Материал — Запрос"

требуемых результатов использованы взаимосвязанные запросы на языке SQL (Structured Query Language). Алгоритмы формирования и обработки данных реализованы на основе запросов, которые созданы в визуальном режиме средствами СУБД Access.

Применение современных информационных технологий в области борьбы с коррозией позволит избежать необоснованного расхода материалов и использования более дорогостоящих конструктивных материалов при равной их коррозионной стойкости, сделает применение автоматизированных систем по коррозии экономически выгодным для предприятий, расширит область пользователей и, в конечном итоге, позволит снизить коррозионные потери.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. М.: Высш. шк., 2001. 323 с.
2. Roberge P. R. Expert systems for corrosion prevention and control. In: Modelling aqueous corrosion. Eds. 27. Trethewey K. R. and Roberge P. R. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1994. P. 19—140.
3. Y. Scott C., Williams D. E., Marsh G. P. et al. Expert systems — the application of new computer methods to corrosion problems // Proceeding of the symposium on computer aided acquisition and analysis of corrosion data. Ed. M. W. Kendig, U. Bertocci, J. E. Strutt. Pennigton. 1985. V. 3. P. 190—199.
4. Wanklyn J. N., Wilkins N. J. M. Development of an expert system for design consultation on marine corrosion // Brit. Corros. J. 1985. V. 20, N 4. P. 27.
5. Westcott C., Williams D. E., Croall I. F. et al. The development and application of integrated expert systems and databases for corrosion consultancy. In: Plant corrosion (prediction of materials performance). Ed. J. E. Strutt and J. R. Nicholls. P. 219—232.
6. Hines J. G., Basden A. Implications of relation between information and knowledge in use of computers to handle corrosion knowledge // Brit. Corros. J. 1986. V. 21. N 3. P. 157—162.
7. Bogaerts W. F., Rijckaert M., Bettendorf G. Artificial intelligence expert systems and Computer-aided engineering corrosion control //

- Computers in corrosion control. Proceeding of the Corrosion/86 Symposium on computer in Corrosion Control. NACE. Florida. 1986. P. 98—109.
8. Sasaki H. Corrosion engineering database systems // Corros. Eng. 1988. V. 37. P. 566—574.
9. Roberge P. R. Bridging the gap between corrosion laboratories and the real world — the expert system approach. In: Computer in corrosion control. NACE. Houston. TX. USA. 1992. V. 3. 258/1—13.
10. Report of Task Group 1 of the Working Party on Expert Systems in Material engineering. Materials Technology Institute. St. Louis. MO. April. 1990. P. 1—124.
11. Kelly G. J. Corrosion expert's expertise and expert systems // Corrosion. 1987. V. 12. N 1. P. 5—10.
12. Fischer W., Fohmann L., Mader W. Expertsysteme fuer den Korrosionsschutz // Werkst. und Korros. 1987. V. 38. N 7. P. 375—394.
13. Basden A. On the applications of expert systems // International journal of man-machine studies. 1983. V. 19. P. 461—472.
14. Bogaerts W., Vancoille M. Expert systems: a new approach to complex problems of materials selection and corrosion control // Metallurgie. 1988. V. 85, N 12. P. 697—704.
15. Srinivasan S., Kane R. D. Expert system for material selection in corrosive environments // Mater. Perform. 1990. V. 29. N 10. P. 69—73.
16. Защита от коррозии, старения и биоповреждений. Справочник / Под ред. А. А. Герасименко. М.: Машиностроение, 1987. Т. 1.
17. Коррозия конструкционных материалов: Справочник / Под ред. В. В. Батракова. М.: Metallurgia, 1990.
18. Тимонин В. А., Степанова И. А., Климанов Н. В., Крейндин Ю. Г. Применение компьютерных баз данных в технике защиты от коррозии. Обзор. инф. М.: НИИТЭХИМ, 1990. 33 с.
19. Овчинников Н. Г., Дворкин М. С., Кудайбердиев Н. Б. Экспертные системы в задачах оценки состояния и прогнозирования поведения материалов и конструкции в условиях коррозионной среды. Деп. рук. № 1113-В93. Деп. в ВИНТИ. 1993. 18 с.
20. Овчинников Н. Г., Дворкин М. С., Кудайбердиев Н. Б. Базы данных в задачах оценки состояния и прогнозирования поведения материалов и конструкций, подвергающихся воздействию коррозионной среды. Деп. рук. № 1114-В93. Деп. в ВИНТИ. 1993. 16 с.
21. Мансуров Д. Е. Информационно-аналитическая система на базе "Marinfo-4.1" // Газовая пром-сть. 1999. № 12. С. 44—45.
22. Таранцева К. Р., Канахина Н. Е. Организация доступа информации по коррозии металлов в виде базы данных Microsoft Access // XVI Междунар. науч. конф. Математические методы в технике и технологиях. Ростов-на-Дону: РГУ, 2003. Т. 8. С. 102—104.
23. Таранцева К. Р., Канахина Н. Е. Организация потока информации и определение функций справочно-информационной системы по коррозии // Там же. С. 104—105.