



УДК 62-7:66-5:004.891

А.Ф. Берман, О.А. Николайчук, доктора техн. наук, А.И. Павлов, А.Ю. Юрин, кандидаты техн. наук (Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск, Россия). E-mail: berman@icc.ru; К.А. Кузнецов, канд. техн. наук (АО «ИркутскНИИхиммаш», Россия). E-mail: kirill08-78@mail.ru

Информационно-аналитическая поддержка экспертизы промышленной безопасности объектов химии, нефтехимии и нефтепереработки*

Старение технических устройств (ТУ) во многих отраслях промышленности опережает темпы их модернизации и замены, что обуславливает актуальность проблемы обеспечения безопасности промышленных объектов. Особенно это важно для длительно эксплуатируемых ТУ на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических предприятиях: требуется периодически проводить оценку технического состояния (ОТС) этих ТУ посредством технического диагностирования (ТД), технических освидетельствований (ТО) с целью определения потенциально опасных элементов и компонентов и принятия соответствующих решений во избежание катастрофических отказов.

Для повышения качества проведения ОТС в рамках экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) требуется информационно-аналитическая поддержка на основе методов анализа данных, искусственного интеллекта и соответствующих программных

систем. ЭПБ заключается в подтверждении соответствия объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности РФ. По ее результатам формируется заключение ЭПБ, вносимое в реестр Ростехнадзора (РТН).

Анализ этапов ЭПБ (рис. 1) показал, что для их выполнения требуются сбор и обработка большого объема информации, получаемой в разные периоды времени (в том числе за значительный период эксплуатации) и формируемой специалистами различных предметных областей, причем информация часто слабо формализована, и для анализа требуется привлечение высококвалифицированных специалистов. Также выявлено, что информация, содержащаяся в заключениях ЭПБ, не структурирована в достаточной мере для ее автоматизированной обработки. В основном информация хранится на электронных носителях в форме, доступной для обработки только с применением текстовых редакторов.

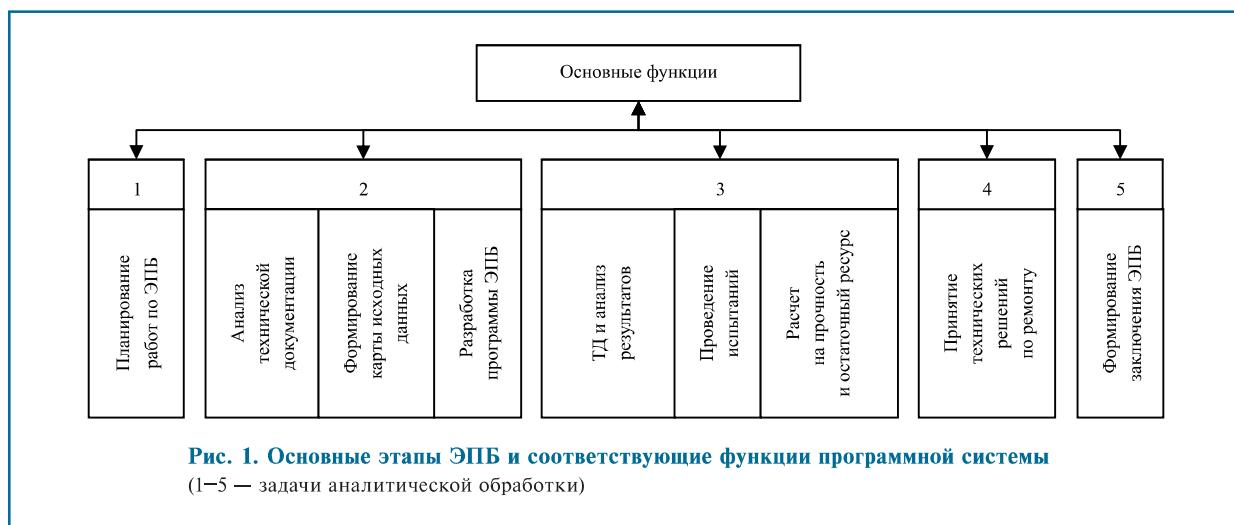


Рис. 1. Основные этапы ЭПБ и соответствующие функции программной системы
(1–5 — задачи аналитической обработки)

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-07-01164, 18-08-00560).

Таким образом, для повышения эффективности обработки информации, необходимой для проведения ЭПБ, требуется ее структуризация, формализация и разработка алгоритмов обработки, а также унификация используемых понятий и формулировок.

Цель работы — описание алгоритмического и программного обеспечения для автоматизации информационно-аналитической поддержки принятия решений при проведении ЭПБ объектов химии, нефтехимии и нефтепереработки.

Структуризация и формализация

Для сохранения объективности процесса ЭПБ структуризация осуществлена на основе принципа отражения реального процесса на процессе автоматизации. В качестве методологической основы автоматизации ЭПБ выбран объектно-ориентированный подход. Так, этапы ЭПБ были сгруппированы по задачам и представлены функциональными блоками создаваемой системы поддержки принятия решений (см. рис. 1).

Согласно результатам исследований в качестве основных информационных объектов выделены: объекты ЭПБ; работы ЭПБ, связанные с диагностированием, испытаниями и др.; исполнители работ (эксперты), в частности:

$$ИО\ ЭПБ = \langle ТУ, ПР, РЭ, Реш \rangle, \quad (1)$$

где *ИО ЭПБ* — информационное обеспечение, необходимое для формирования заключений по ЭПБ; *ТУ* — информация о ТУ (характеристика объекта экспертизы, карта исходных данных); *ПР* — программа работ; *РЭ* — работы по экспертизе; *Реш* — выводы и решения, принятые по результатам экспертизы.

Информация о ТУ:

$$ТУ = \langle ТХ, ДЭ \rangle,$$

где *ТХ* — технические характеристики; *ДЭ* — данные по эксплуатации;

$$ДЭ = \langle ОИ, РК, РЗ, Рем, ТД \rangle;$$

ОИ — общая информация об эксплуатации; *РК* — результаты проведенных контролей; *РЗ* — результаты проведенных измерений; *Рем* — сведения о ремонтах; *ТД* — сведения о проведенных ОТС и ЭПБ.

Информация о работах по экспертизе:

$$РЭ = \langle АД, ОД, ВИК, Т, Дф, ИТ, МИ, ИФМС, Ис, ОНП, ОР, ООР \rangle,$$

где *АД* — анализ технической документации; *ОД* — оперативная диагностика; *ВИК* — визуальный и измерительный контроль; *Т* — толщинометрия; *Дф* — дефектоскопия; *ИТ* — измерение твердости; *МИ* — металлографические исследования; *ИФМС* — исследование физико-механических свойств; *Ис* — испытания; *ОНП* — оценка нагруженности и проч-

ности элементов; *ОР* — оценка работоспособности; *ООР* — оценка остаточного ресурса.

Информация о технических решениях:

$$Реш = \langle ИД, ТР-О, ТР-Д, КРем, ДРем \rangle,$$

где *ИД* — исходные данные для ремонта; *ТР-О* — общие требования на ремонт; *ТР-Д* — требования для устранения недопустимых дефектов; *КРем* — контроль качества ремонтных работ; *ДРем* — документация по ремонту.

Для повышения эффективности создания информационного объекта и его обработки определены обобщенная структура и типизация перечисленных объектов ЭПБ (рис. 2).

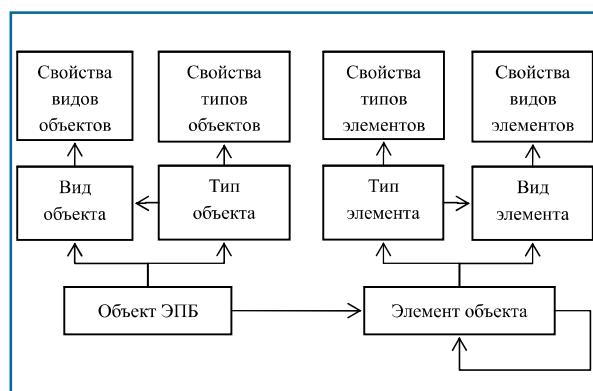


Рис. 2. Структура объектов ЭПБ

Использование подобной структуры позволяет описать объект ЭПБ любой сложности, с любой степенью детализации элементов и их свойств (рис. 3).



Рис. 3. Пример описания структуры конкретного объекта ЭПБ

Определена классификация видов объектов типа ТУ:

- аппарат: емкость, колонна, реактор, сосуд, теплообменник и др.;
- трубопровод.

Данная классификация позволяет применить основные принципы объектно-ориентированного подхода (выделение общих и частных свойств ТУ в зависимости от вида) и создавать новые информационные объекты с минимальными затратами, используя ранее описанные свойства вида и дополняя их особенностями нового объекта. Это особенно важно, если экспертная организация осуществляет диагностирование разнообразных систем.

Рассмотрим пример частичного описания свойств объектов иерархической цепочки *аппарат — колонна*.

Свойства аппарата: общие сведения об аппарате, данные по его эксплуатации, сведения о сварке основных элементов, результаты неразрушающего контроля при изготовлении, сведения о ремонтах и реконструкции, информация о последнем ТД и др.

Свойства колонны: техническая характеристика колонны.

Еще один тип информационных объектов ЭПБ — «работа». Элементарные работы разделены на классы: работы, связанные с формированием документов; работы по ТД; работы по ремонту. Каждая из работ может быть специфицирована на определенный вид деятельности, например, работа «визуальный и измерительный контроль» специфицируется на визуальный и измерительный контроль наружной поверхности, визуальный и измерительный контроль внутренней поверхности и др.

При проведении ЭПБ элементарные работы объединяются в программу работ. К элементарным работам отнесены: анализ технической документации, оперативная функциональная диагностика, проверка готовности к ТД, визуальный и измерительный контроль, толщинометрия, дефектоскопия, исследование свойств металла, гидравлические испытания и др.

Каждая работа описана набором свойств, который определяет ее характеристики и результаты.

Общее описание работы: условия проведения работы, цель работы, дополнительные указания.

Объем работы (перечень подработ): объекты работы, описание (текстовое) схемы работы, схема работы (графическое изображение), дополнительные указания.

Инструменты работы: вид инструмента, модель инструмента, заводской номер, характеристики инструмента (например его точность, свидетельство о поверке и его номер, срок действия).

Список регламентирующих документов (нормативно-техническая документация (НТД)): назначение НТД, описание НТД.

Исполнители работы: должность, структурное подразделение, выполняемая роль при проведении ЭПБ, информация об удостоверении эксперта (номер, область, срок действия).

Результаты работы: объем выполненных работ, результаты контроля/измерений/испытаний, выводы и решения, информация о документе по результатам выполненных работ, информация о выявленных дефектах и повреждениях.

Пункт «информация о выявленных дефектах и повреждениях» является особенно важным для дальнейшего диагностирования и прогнозирования технического состояния. Информация о дефектах и повреждениях структурирована следующим образом. Выделены понятия и их значения: состояние — дефект, повреждение, разрушение; проявление состояния — язва, пора, трещина, несквозная или сквозная коррозия и др.; параметры проявления — например, для проявления «трещина» указаны параметры «глубина», «длина», «место расположения» и др. По результатам работы информация о дефектах и повреждениях фиксируется для каждого элемента исследуемого объекта, что обеспечивает возможность дальнейшего анализа и использования данной информации при планировании диагностических работ.

Описательная часть информации о работе заполняется на этапе формирования программы работ, результирующая часть — на этапе выполнения. На основе данной информации по окончании выполнения работы формируется документ — составная часть заключения ЭПБ.

По результатам структуризации и формализации построена модель предметной области, состоящая из 170 сущностей и отношений между ними. На основе данной модели разработана база данных, являющаяся ядром системы поддержки принятия решений (СППР) для обеспечения информационной и аналитической поддержки.

Алгоритмическое обеспечение аналитической поддержки

Для аналитической поддержки принятия решений при проведении ЭПБ (см. рис. 1), в частности, для выполнения этапов «разработка программы ЭПБ» (задача 2), «анализ результатов ТД» (задача 3), «принятие технических решений по ремонту» (задача 4), «формирование заключения ЭПБ» (задача 5) предложено использование методов экспертных систем на основе прецедентного [1–4, 7–9] и производственного [7, 8, 10] подходов. Подробное изложение применения производственного подхода при проведении ЭПБ приведено в работе [11].

Прецедентный подход (case-based reasoning) [1, 2, 12] основан на понятии «прецедент» — структурированное представление накопленного опыта в виде данных и знаний для последующей автоматизированной обработки с применением специализированных программных систем. Как правило, прецедент состоит из описания проблемной ситуации и совокупности действий, принятых для ее решения.

Основные характеристики прецедентов [2]:

- прецедент представляет особое знание, привязанное к конкретному предметному содержанию (контексту), что позволяет использовать знания на прикладном уровне;

- прецеденты могут принимать различную форму (вид): охватывать разные по продолжительности промежутки времени, связывать решения с описаниями проблем, результаты с ситуациями и т. д.;
- прецедент фиксирует только тот опыт, который может обучить (быть полезным).

Использование прецедентов позволяет структурировать единицы опыта, при этом выбор структуры зависит от задач, при решении которых необходимо обеспечить повторное использование опыта. Структура прецедента включает два основных компонента:

- идентифицирующая часть (характеризующая, описывающая) — описание опыта, достаточное для оценки возможности его повторного использования в определенной ситуации (описание проблемы или задачи);
- обучающая часть — описание урока (обучающего знания, решения) как части единицы опыта, например решение проблемы или его часть, доказательство (вывод) решения, альтернативные или неудавшиеся решения [1, 2]:

$$\text{Прецедент} = \langle \text{Проблема}, \text{Решение} \rangle, \quad (2)$$

где *Проблема* — идентифицирующая часть; *Решение* — обучающая часть.

Совокупность прецедентов образует прецедентную базу, в которой осуществляются поиск, извлечение и использование ближайших (наиболее близких, похожих) прецедентов, т. е. осуществляется принятие решения «по аналогии».

Процесс принятия решений на основе прецедентов в большинстве случаев представляют в виде последовательности этапов [3, 9].

Извлечение (обнаружение) — поиск и выбор из базы прецедентов одного или нескольких прецедентов-аналогов, которые могут быть использованы для решения новой проблемы. Прецеденты отбирают, основываясь на *подобии (близости)* новой проблемы тем проблемам, описания которых содержатся в базе прецедентов. Предполагается, что близкие проблемы имеют подобные решения. Для определения подобия используют различные метрики, наиболее широко применяются [5]: Евклидова метрика, мера сходства Хемминга, вероятностная мера сходства, мера сходства Роджерса — Танимото, манхэттенская метрика, расстояние Чебышева и др.

В данной работе использована метрика Ю.И. Журавлева [6] с нормированием полученного значения:

$$d_G(\bar{x}, \bar{y}) = \sum_{i=1}^N w_i h_G(x_i, y_i) / N,$$

$$h_G(x_i, y_i) = \begin{cases} \text{количество} & \begin{cases} 1, & \text{если } |x_i - y_i| < \xi \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \\ \text{качественные} & \begin{cases} 1, & x_i = y_i \\ 0, & x_i \neq y_i \end{cases} \end{cases},$$

где w_i — вес признака; ξ — ограничение на отличие значений признаков.

Для приведения всех признаков к единому масштабу выполняется процедура стандартизации:

$$x_{ik} \rightarrow \frac{x_{ik} - \min_k x_{ik}}{\max_k x_{ik} - \min_k x_{ik}}.$$

Повторное использование извлеченных решений, например посредством *адаптации (преобразования)*. Существует несколько методов адаптации [13], основанных либо на трансформационном, либо на порождающем подходах.

Трансформационная адаптация — использование набора правил адаптации или операторов, которые описывают то, каким образом отличия в описании проблемы влияют на изменения в решении.

При *порождающей адаптации* используются не решения, а последовательность шагов (порядок, путь) решения проблемы, описанные в прецедентах. Для эффективного применения методов порождающей адаптации требуется наличия решателя (машины вывода), предназначенного для решения проблемы на основании обобщенных знаний (без использования прецедентов).

Проверка решения экспертом предметной области.

Сохранение полученного решения в базу прецедентов, что обеспечивает *обучение* прецедентной системы. В результате опыта решения новой проблемы становится доступным для повторного использования в будущем.

Наиболее существенный недостаток прецедентного подхода — непрерывное увеличение объема базы прецедентов, что приводит к понижению эффективности извлечения. Во избежание этого предложены стратегии выборочного добавления прецедентов в базу и выборочного удаления уже сохраненных прецедентов из базы.

Прецедентный подход применяется при решении таких задач, как планирование, диагностика, синтез программного обеспечения, проектирование, подбор персонала и т. п., при этом создаются как специализированные, так и универсальные программные средства. Однако использование прецедентного подхода для обеспечения надежности и безопасности сложных технологических комплексов недостаточно распространено.

На основе моделей (1) и (2) описаны структуры прецедентов для каждой обозначенной задачи анализа информации. Прецедентная информация охватывает все информационное обеспечение ИО ЭПБ:

$$\Pi = \text{ИО ЭПБ}, \quad (3)$$

где Π — прецедентная информация.

В зависимости от решаемой задачи (см. рис. 1) модель прецедента Π меняется:

$$\Pi = \{\Pi_{\Theta-\Pi}, \Pi_{\Theta-TC}, \Pi_{\Theta-P}, \Pi_{\Theta-3}\},$$

где $P_{\text{Э-П}}$ — прецедент для создания программы работ по ЭПБ (задача 2); $P_{\text{Э-ТС}}$ — прецедент для идентификации и прогнозирования технического состояния ТУ (задача 3); $P_{\text{Э-Р}}$ — прецедент для формирования решения ЭПБ (задача 4); $P_{\text{Э-З}}$ — прецедент для формирования заключения ЭПБ (задача 5).

Задача 2. Прецедент экспертиза — программа (Э-П):

$$P_{\text{Э-П}} = \langle \text{Проблема}_{\text{Э-П}}, \text{Решение}_{\text{Э-П}} \rangle;$$

Проблема $\text{Э-П} =$

$$= \langle \text{TU}(TX), \text{ДЭ(OИ, РК, РЗ, ТД)} \rangle;$$

Решение $\text{Э-П} = \langle P\vartheta \rangle$.

В результате решения данной задачи (на основании информации о технической характеристики и данных по эксплуатации объекта экспертизы) из ИО ЭПБ, где представлены результаты ЭПБ, выбираются подобные (похожие, близкие) объекты, извлекаются программы ЭПБ по этим объектам, которые затем анализируются исследователем и на основе анализа формируется (адаптируется) программа текущей ЭПБ.

Задача 3. Прецедент экспертиза — техническое состояние (Э-ТС):

$$P_{\text{Э-ТС}} = \langle \text{Проблема}_{\text{Э-ТС}}, \text{Решение}_{\text{Э-ТС}} \rangle;$$

Проблема $\text{Э-ТС} =$

$$= \langle \text{TU}(TX), \text{ДЭ(OИ, РК, РЗ, ТД)} \rangle;$$

Решение $\text{Э-ТС} = \langle P\vartheta \rangle$.

В результате решения данной задачи (на основании информации о технической характеристике и данных по эксплуатации объекта экспертизы) из базы данных (БД) результатов ЭПБ выбираются подобные объекты, извлекаются результаты ТД по этим объектам, которые затем анализируются и на основании анализа формируются выводы о причинах возникновения текущего состояния объекта экспертизы.

Результаты, полученные в ходе решения третьей задачи (в частности, результаты ТД, испытаний и расчетов аналогичных объектов), используются для прогнозирования технического состояния (остаточного ресурса) ТУ текущей ЭПБ.

Задача 4. Прецедент экспертиза — решения (Э-Р):

$$P_{\text{Э-Р}} = \langle \text{Проблема}_{\text{Э-Р}}, \text{Решение}_{\text{Э-Р}} \rangle;$$

Проблема $\text{Э-Р} =$

$$= \langle \text{TU}(TX), \text{ДЭ(OИ, РК, РЗ, ТД)} \rangle;$$

Решение $\text{Э-Р} = \langle P\vartheta \rangle$.

В результате решения данной задачи (на основании информации о технической характеристике и данных по эксплуатации объекта экспертизы) из БД результатов ЭПБ выбираются подобные объекты, извлекаются решения ЭПБ по этим объектам, которые затем анализируются и на основе анализа формируется (адаптируется) решение по текущей ЭПБ.

Задача 5. Прецедент экспертиза — заключение ЭПБ (Э-З):

$$P_{\text{Э-З}} = \langle \text{Проблема}_{\text{Э-З}}, \text{Решение}_{\text{Э-З}} \rangle;$$

Проблема $\text{Э-З} = \langle \text{TU}(TX) \rangle$;

$$\text{Решение}_{\text{Э-З}} = \langle \text{TU}(\text{ДЭ}), \text{ПР}, \text{РЭ}, \text{Реш} \rangle.$$

На основании информации о технической характеристике объекта экспертизы из БД результатов ЭПБ выбирается подобный объект, извлекается заключение ЭПБ по этому объекту, которое принимается в качестве шаблона для формирования заключения по рассматриваемому объекту экспертизы. Если для данного объекта экспертизы ранее не проводилась, то в качестве аналога выбирается заключение по объекту, который относится к подобному виду (например емкость, сосуд и т. п.). Далее осуществляется трансформационная адаптация — в частности, дополняются данные по эксплуатации за период, прошедший после проведения последней ЭПБ, уточняются и дополняются программа работ, данные о работах по экспертизе и данные о выводах и решениях.

В целом процесс обработки информации при прецедентном подходе в рамках поддержки проведения ЭПБ описывается схемой (рис. 4).



Рис. 4. Этапы обработки информации при реализации прецедентного подхода для поддержки проведения ЭПБ

Программное обеспечение

Разработанное информационное и алгоритмическое обеспечение реализовано в составе информаци-



Рис. 5. Архитектура программной системы «Экспертиза ПБ»:
БД — база данных; БЗ — база знаний; DLL — динамическая библиотека

онно-аналитической системы «Экспертиза ПБ» [14], которая структурно состоит из основных подсистем (рис. 5):

- **администрирования:** описание объекта экспертизы, его свойств, а также видов работ, их свойств и т. д.;
- **информационной поддержки:** ввод и изменение информации по ЭПБ, формирование и хранение отчетных документов и их копий (карта исходных данных, протоколы, акты, программа работ, заключение и др.);
- **аналитической поддержки:**
 - на основе прецедентов (прецедентная экспертная система) — решение рассмотренных задач и отображение результатов поиска решения (прогнозирования) в табличной форме с указанием краткого описания прецедента и оценки его близости;
 - на основе продукции (продукционная экспертная система) — хранение описаний деградационных процессов в виде образцов и логических правил, прогнозирование возможных деградационных процессов на основе правил, отображение результатов поиска решения (прогнозирования) в табличной форме (в виде цепочек деградационный процесс — дефект — повреждение — разрушение), объяснение результатов

поиска путем публикации описаний активизированных правил из баз знаний.

Пример применения

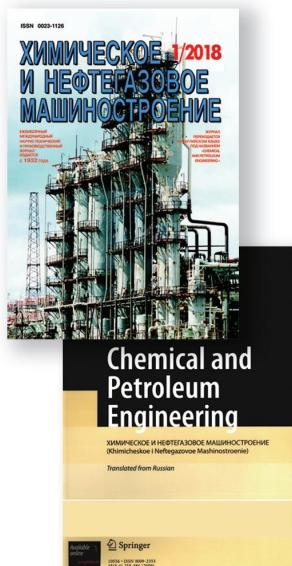
Рассмотрим аналитическую поддержку на основе прецедентов на примере проведения ЭПБ колонны пропановой. В результате ТД данного объекта выявлены повреждения, поэтому необходима информация о дефектах и повреждениях, имевших место в аналогичных ситуациях в прошлом: на каких объектах и элементах этих объектов дефекты были выявлены и какими параметрами описывались (задача 3). Для решения данной задачи исследователь формирует условия запроса к базе прецедентов (в частности, какую информацию необходимо учитывать при поиске: структурную иерархию объекта, технические характеристики, дефекты и повреждения), а также формирует список ключевых слов, например, «коррозия» или «трещина (трещины)», выбирая из словаря-справочника.

В ответ на запрос исследователя система отображает результаты поиска — прецеденты с информацией о близких по техническим характеристикам объектах с аналогичными дефектами и повреждениями.

В настоящее время информационно-аналитическая система «Экспертиза ПБ» [14] проходит опытную эксплуатацию в Иркутском научно-исследовательском и конструкторском институте химического и нефтяного машиностроения (АО «ИркутскНИИХиммаш»). Применение системы может быть полезно как при проведении исследований для выявления закономерности изменения технического состояния рассматриваемых объектов [15], так и при организации и проведении ЭПБ.

Список литературы

1. Aamodt A., Plaza E. Case-Based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches // AI Communications. 1994. Vol. 7. № 1. P. 39–59.
2. Kolodner J. Case-based Reasoning. Magazin Kaufmann. San Mateo. 1993. 386 p.
3. Nikolaychuk O.A., Yurin A.Y. Computer-aided identification of mechanical system's technical state with the aid of case-based reasoning // Expert Systems with Applications. 2008. V. 34. P. 635–642.
4. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при определении причин отказов и аварий в нефтехимической промышленности // Автоматизация в промышленности. 2006. № 6. С. 15–17.
5. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания: учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа. 2004. 261 с.
6. Распознавание, классификация, прогнозирование: математические методы и их приложения / под ред. Журавлева Ю.И. М.: Наука. 1989.
7. Берман А.Ф. Информатика катастроф // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. № 3. С. 17–37.
8. Берман А.Ф., Николайчук О.А. Модели, знания и опыт для управления техногенной безопасностью // Проблемы управления. 2010. № 2. С. 53–60.
9. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Малтугумова Г.С., Юрин А.Ю. Применение прецедентного подхода для поддержки принятия решений при определении причин и прогнозировании инцидентов и аварий // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 11. С. 18–26.
10. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Автоматизация прогнозирования технического состояния и остаточного ресурса деталей уникальных машин и аппаратуры // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. № 3. С. 48–57.
11. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Юрин А.Ю., Кузнецов К.А. Поддержка принятия решений на основе продукционного подхода при проведении экспертизы промышленной безопасности // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2014. № 11. С. 28–35.
12. Джексон П. Введение в экспертные системы. М.: Вильямс. 2001. 624 с.
13. Юрин А.Ю. Методы группового выбора для адаптации решений, полученных в результате рассуждений на основе прецедентов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2013. № 3. С. 95–102.
14. Кузнецов А.М., Берман А.Ф., Кузнецов К.А. и др. Информационно-аналитическая система «Экспертиза промышленной безопасности оборудования химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности». Св-во о государственной регистрации программы для ЭВМ. Рег. № 2016610757 от 19.01.16.
15. Кузнецов К.А. Методы, модели и средства повышения эффективности оценки технического состояния и остаточного ресурса // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2014. № 6. С. 45–52.



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Выписывайте и читайте ежемесячный журнал
ХИМИЧЕСКОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ
Подписку можно оформить в любом почтовом отделении
или через редакцию с любого месяца и на любой срок

Индекс журнала:

71042 — по каталогу Агентства «Роспечать»

38589 — по объединенному каталогу «Пресса России»

Стоймость подписки:

На 1 месяц.....	1300 руб.	1 страница.....	50 руб.
На 6 месяцев	7800 руб.	1 номер.....	500 руб.
На 12 месяцев.....	15600 руб.	12 номеров.....	5000 руб.

Стоймость электронной версии:

1 страница.....	50 руб.
1 номер.....	500 руб.
12 номеров.....	5000 руб.

Журнал переводится на английский язык и переиздается под названием **Chemical and Petroleum Engineering**

Телефон редакции: 8 (915) 339-37-61

E-mail: himnef@mami.ru

Сайт: <http://himnef.ru>