

УДК 004.891.3: 621.86

С.А. Климчук¹, А.Б. Неженцев²

¹ – Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля,
г. Северодонецк, Украина

² – Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт им. Игоря Сикорского», г. Киев, Украина

Применение прецедентов для технической диагностики грузоподъемных машин

Анализ состояния вопроса.

Разработка эффективных методов технического диагностирования грузоподъемных машин (грузоподъемных кранов, лифтов, подъемников, промышленных роботов и т.п.), которые являются объектами машиностроения повышенной опасности, чрезвычайно важна для Украины. В первую очередь это актуально для грузоподъемных машин (ГПМ), отработавших нормативный срок эксплуатации, количество которых в настоящее время превышает 80%. При этом, с каждым годом вопросы безопасной эксплуатации ГПМ обостряются, поскольку темпы обновления их парка значительно ниже роста числа машин с истекшим нормативным сроком.

Многолетний повышенный интерес к этой проблеме со стороны ВУЗов (в первую очередь кафедр подъемно-транспортных машин), технического комитета ТКУ-78 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» при институте сварки им. Е.О.Патона, сотрудников подразделений предприятий, связанных с безопасной эксплуатацией кранов, лифтов и др., работников Государственной службы Украины по вопросам труда (Держпраці) привел к созданию нормативной базы и устоявшейся практике технического освидетельствования и экспертного обследования грузоподъемных машин. Вместе с тем, в настоящее время отсутствуют эффективные компьютеризированные системы диагностики ГПМ, а публикации по данной теме часто носят эмпирический характер.

С позиции безопасной эксплуатации ГПМ оценка их технического состояния является приоритетной задачей, которая требует применения специализированных систем поддержки принятия решений (СППР). Существующие методы диагностирования не охватывают всего спектра внешних воздействий, которым подвергаются ГПМ при эксплуатации. Сложность решения данной задачи обусловлена слабой формализацией

сведений об отказах, которые имеют описательный характер, отсутствием систематизированной информации о характере и изменениях внешних воздействующих факторов, большим количеством контролируемых параметров и взаимосвязей между ними, недостаточными статистическими данными по эксплуатации ГПМ.

В связи с этим, только специалист с большим опытом в области диагностики ГПМ и глубокими знаниями по конструкции и эксплуатации указанных машин может обосновать принятие решения по конкретному отказу, находя выход, как правило, «по аналогии с предыдущим», т.е. адаптируя принятое ранее решение к текущей ситуации.

Следовательно, перспективным является решение задачи диагностики ГПМ путем создания СППР, имитирующей процесс анализа специалистом и основанной на эффективном использовании существующего опыта, представленного в виде прецедентов [1]. Такая система позволяет обобщать информацию, адаптировать ее к возможным изменениям, осуществлять диалог с пользователем на естественном языке, принимать решение в условиях неполной, ненадежной и противоречивой информации. Наличие механизма рассуждений на основе прецедентов в системе экспертного диагностирования позволяет своевременно и более качественно осуществлять диагностирование ГПМ, дает возможность принимать адекватные и экономически выгодные решения с целью решения проблемной ситуации [2].

Разработка структуры прецедента.

Прецедент (case) диагностики ГПМ представлен в виде набора параметров с конкретными значениями и решения:

$$\text{Case}(x_1, x_2, \dots, x_n, R) \quad (1)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n - диагностические параметры ГПМ

$$(x_1 \in X_1, x_2 \in X_2, \dots, x_n \in X_n);$$

R - диагноз и рекомендации лица, принимающего решения (ЛПР);

n - количество параметров прецедента;

X_1, \dots, X_n - пределы допустимых значений соответствующих параметров прецедента.

Прецедент (1) диагностики является описанием текущего технического состояния ГПМ в совокупности с указанием работ, которые проводятся в результате диагностирования, и включает следующие основные компоненты

(рис. 1): діагностическіе параметри ГПМ [3], діагноз, рекомендації по применению рішення.

База прецедентів (БП) СППР содержит інформацію о каждом діагностическом параметре, который используется для описания прецедентів.

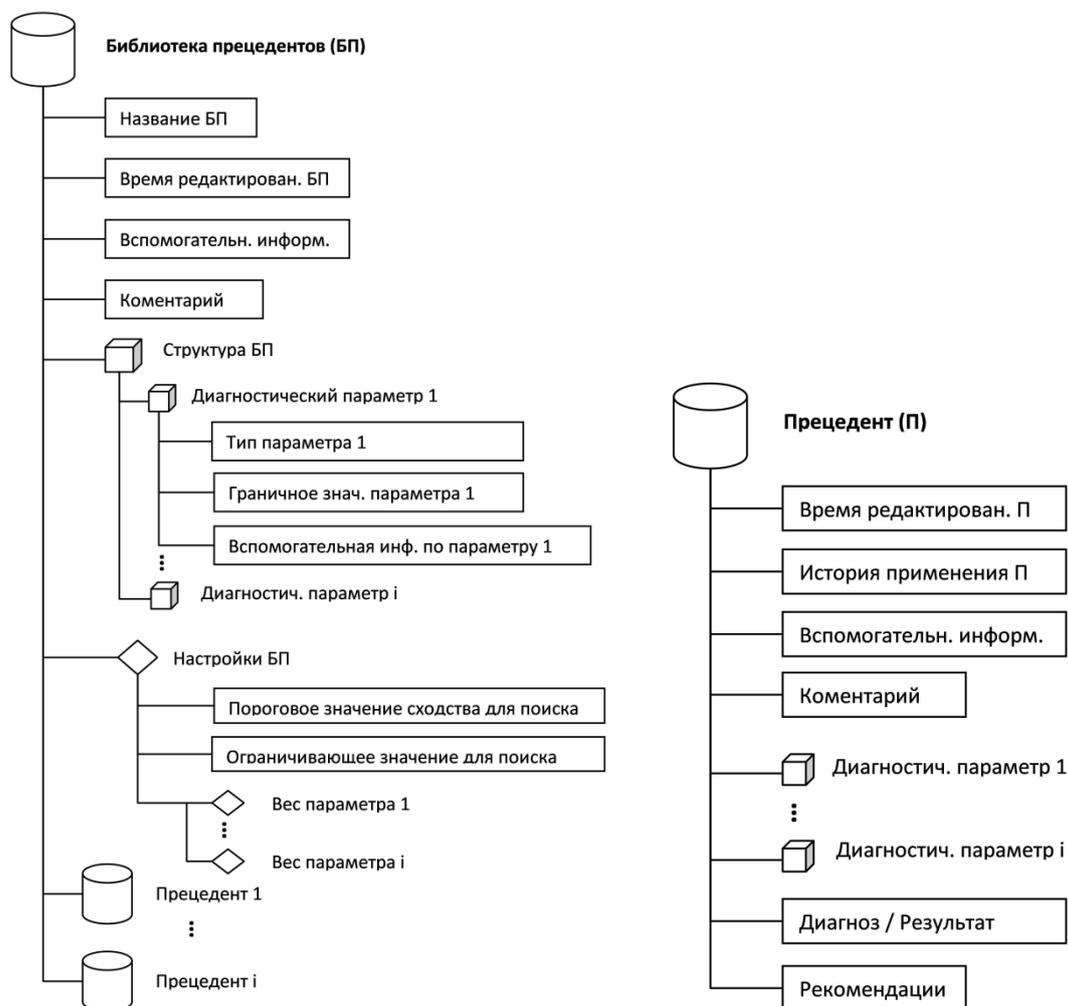


Рис. 1. Структура базы прецедентов для СППР диагностики ГПМ

Разработка онтологии прецедентов диагностики ГПМ.

Согласно структурной схеме технической диагностики ГПМ были определены следующие основные классы: "Испытания" (Tests), "Металлоконструкция" (Metallware), "Механизм" (Mechanism), "Общие сведения" (General_information), "Паспортные данные" (Published_data), "Приборы безопасности" (Safety_controls), "Электрооборудование" (Electrical equipments). С помощью плагина Ontoviz к системе Protégé разработана таксономия основных классов прецедента диагностики, фрагмент которой представлен на рис. 2.

Применение онтологии прецедентов позволяет производить автоматизированную обработку информации и повысить качество решений благодаря использованию знаний, накопленных многими специалистами, позволяет решать плохо формализованные задачи диагностики ГПМ, упростить приобретение знаний от экспертов, сократить время поиска решения [4].

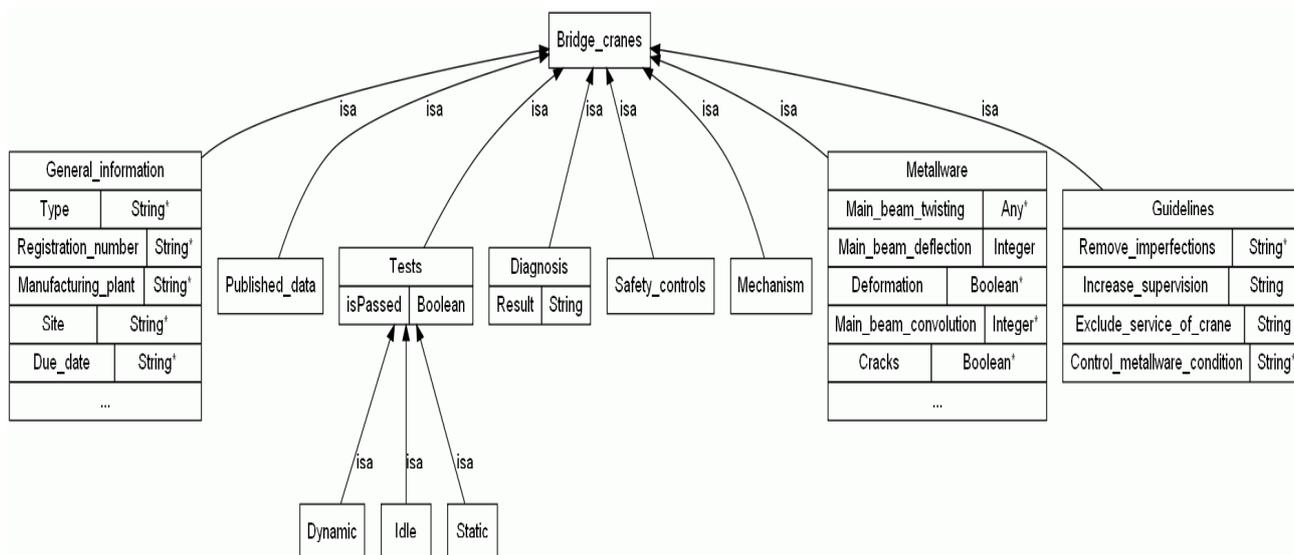


Рис. 2. Онтология прецедентов диагностики ГПМ

Разработка структурной схемы СППР.

Структурная схема СППР технической диагностики ГПМ на основе прецедентов приведена на рис. 3. Основными функциональными компонентами СППР являются:

- блок 1 получения диагностических параметров ГПМ от обслуживающего персонала, системы контроллеров, из оперативной БД;
- блок 2 анализа текущего состояния ГПМ, предназначенный для предварительной обработки информации;
- блок 3 настройки БП, который позволяет эксперту формировать структуру БП, загрузку и сохранение БП и т.п.;
- блок 4 библиотеки прецедентов, которые уже имели место при диагностике ГПМ или заданы экспертом на основе его собственного опыта;
- блок 5 поиска решения, который реализует поиск прецедентов диагностики;
- блок 6 вывода результатов, который отображает диагноз и рекомендации ЛПР и/или эксперту.

Программная реализация СППР.

В соответствии с предложенной структурной схемой (рис. 3) была разработана СППР диагностирования металлоконструкций ГПМ, главное окно которой показано на рис. 4. В качестве начального набора прецедентов используется каталог ситуаций, составленный по данным из отчетов технической диагностики ГПМ Экспертно-диагностической научно-исследовательской лаборатории "Грузоподъемные машины и промышленные сооружения" ВНУ им. В. Даля (г. Северодонецк).

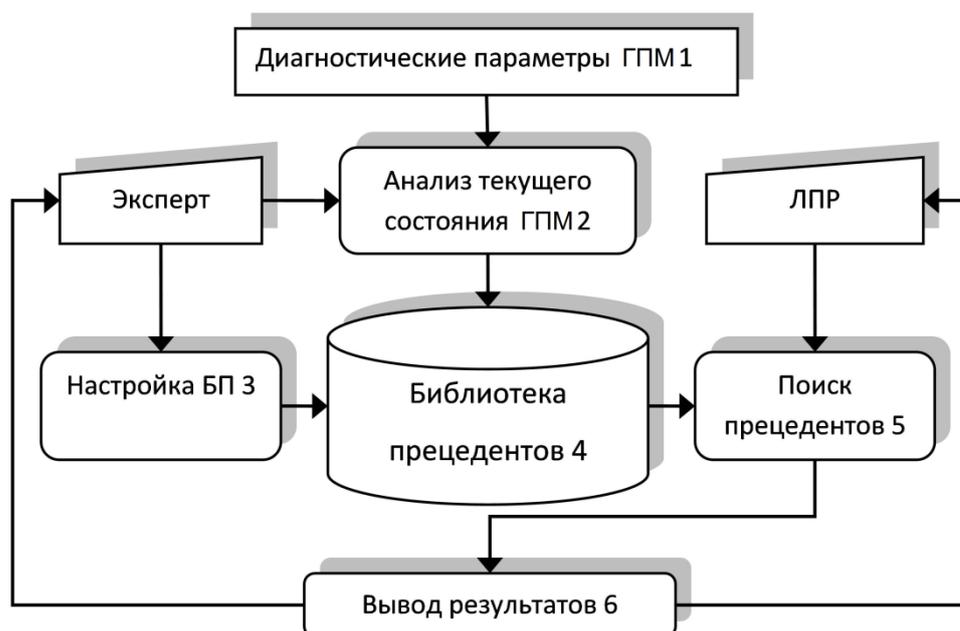


Рис. 3. Структурная схема СППР технической диагностики ГПМ

СППР позволяет задавать локальные метрики подобия для отбора каждого диагностического параметра, веса параметров и глобальную метрику подобия для прецедента в целом. После уточнения всех необходимых метрик подобия осуществляется поиск прецедентов и их вывод в порядке уменьшения релевантности с указанием степени подобия каждого прецедента.

После того, как отобран соответствующий прецедент, может выполняться его адаптация - модификация имеющегося в нем решения с целью его соответствия параметрам текущей ситуации и сохранения в БП [5]. В случае отсутствия необходимости в адаптации выполняется сохранение выбранного прецедента без изменения параметров.

СППР діагностики кранов мостового типу

ID	Подобие	Коррозия	Срок	Прогиб	Искривление	Скручивание	Вязкость
Case 7724	0.921	14.97	34	71.25	93.99	35.64	2.55
Case 8290	0.92	14.97	34	69.73	94.05	35.41	2.62
Case 7069	0.917	15.27	34	68.04	94.33	35.76	2.71
Case 4331	0.916	15.36	34	69.1	92.34	35.65	2.62
Case 9681	0.915	15.44	34	69.15	95.32	35.21	2.58
Case 3105	0.912	15.02	34	68.46	94.06	35.22	2.82
Case 2107	0.911	15.54	34	68.97	92.72	35.02	2.62

Значения параметров для поиска

id: Case 8290

Коррозия: 14.97

Искривление: 94.05

Прогиб: 69.73

Скручивание: 35.41

Срок: 34

Вязкость: 2.62

Адаптация прецедента

Учет при поиске

Использовать?

Использовать?

Использовать?

Использовать?

Использовать?

Использовать?

Сохранение прецедента

Локальные метрики подобия

Вес параметра

Interval: 18.84

Interval: 111.55

Equal:

Interval: 45.42

Threshold: 40

Interval: 3.9

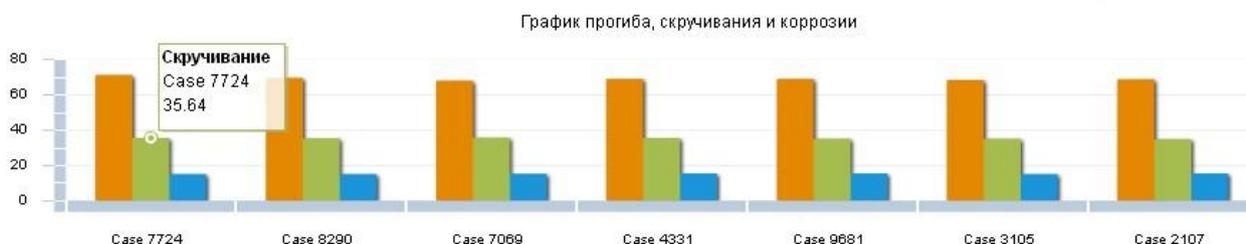


Рис. 4. Главное окно СППР технической диагностики ГПМ

Выводы:

1. Анализ применения прецедентов для технической диагностики ГПМ позволяет охарактеризовать техническое состояние ГПМ в период диагностирования, решать не достаточно формализованные задачи диагностики, упростить процесс получения знаний от экспертов, сократить время поиска решения и реализовать самообучение.

2. Применение онтологии прецедентов позволяет повысить качество решений, которые принимаются при диагностировании ГПМ, благодаря использованию знаний, накопленных многими специалистами.

3. Предложена структурная схема СППР технической диагностики ГПМ. Основными компонентами, которые отражают ее функциональные возможности, являются: база прецедентов, блок ее настройки и методика получения прецедентов.

4. Применение разработанной СППР диагностики ГПМ способствует уменьшению информационной нагрузки на эксперта в процессе принятия

решений, зниженню впливу факторів суб'єктивності при аналізі текущої ситуації, скороченню часу, необхідного для прийняття рішення.

Список использованных источников

1. Aamodt A. Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches / A. Aamodt, E. Plaza // AI Communications, Vol. 7, Issue 1, 1994. - p. 39-59.

2. Варшавский П.Р. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Искусствен. интеллект и принятие решений, № 1, 2009, с. 45-57.

3. Ульшин В.А. Модель диагностики кранов мостового типа / В.А. Ульшин, С.А. Климчук // Труды Луганского отделения Международной Академии информатизации. - 2009. - №2(20). - с. 61-71.

4. Рогушина Ю.В. Використання методу індуктивного виведення для вдосконалення онтології предметної області пошуку / Ю.В. Рогушина, І.Ю. Гришанова // Систем. дослідж. та інформ. технології. - 2007. - № 1. - с. 62-70.