

УДК 519.712

DOI: 10.17277/voprosy.2017.01.pp.194-200

НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК СТАНЦИЙ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И. Ю. Акулов

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. С. Быков

Ключевые слова: агенты; анализ; базы данных; интеллектуальные агенты; модели; мультиагентные системы поддержки принятия решений; надежность.

Аннотация: Представлена функциональная структура мультиагентной системы поддержки принятия решения, ее основные подсистемы и характеристики объекта, перечислены функции которые она сможет обеспечить. Дано описание функциональной среды мультиагентной системы поддержки принятия решения по оценке эксплуатационной надежности блока разделения воздуха воздухоразделительных установок военного назначения и ее основные характеристики.

Анализ состояния и тенденций развития современных технологий производства в воздухоразделительных установках (ВРУ) военного назначения показал, что основное внимание уделяется разработке технологических и технических приемов, обеспечивающих надежность функционирования аппаратной части, безопасность процессов при безусловной энергетической целесообразности и высоком качестве конечного продукта.

Оценить надежность можно различными способами и средствами. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является применение мультиагентных систем, на основе которых можно построить систему поддержки принятия решений (СППР), позволяющую автоматизировано оценивать текущую надежность ВРУ военного назначения.

Акулов Игорь Юрьевич – адъюнкт кафедры криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, e-mail: Akul651@yandex.ru, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия.

При решении задачи оценки надежности сложных технических систем на сегодняшний день предлагается использовать СППР, основанную на концепции использования базы знаний (БЗ), накопленной при добыче криопродуктов в воздухоразделительных установках военного назначения. Оценка предлагаемых решений является сложным и постоянным видом деятельности, требующим от специалистов и автоматики блока разделения воздуха (БРВ), входящего в состав ВРУ, постоянного контроля за ходом процесса массообмена. Поэтому, развитие научных основ поддержки принятия решений по оценке эксплуатационной поддержки блока разделения воздуха ВРУ для станций военного назначения, которая может быть реализована в виде СППР с применением интеллектуальных агентов, является актуальным направлением научных исследований.

Предлагаемая СППР позволяет обеспечивать реализацию следующих функций:

- сбор и анализ данных, поступающих с датчиков теплообменной аппаратуры и ректификационных колонн в реальном времени;
- выявление отклонений в работе БРВ ВРУ военного назначения и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы;
- оценка технического состояния как отдельных узлов и аппаратных частей, так и БРВ ВРУ военного назначения в целом по совокупности значимых параметров;
- оценка показателей надежности отдельных узлов и аппаратных частей и БРВ ВРУ военного назначения в целом с учетом реального технического состояния и условий эксплуатации;
- прогнозирование наступления отказов и неисправностей во времени.

Таким образом, можно заключить, что каждая функциональная реализация представляет собой комплекс алгоритмов и средств, которые явно или неявно решают задачу оценки надежности.

В общем виде функциональная структура мультиагентной СППР (МАСППР) для оценки надежности аппаратной части БРВ ВРУ военного назначения представлена на рис. 1.

Система включает в себя несколько основных подсистем и характеристик объекта:

1) *подсистема мониторинга* осуществляет непрерывное считывание значений параметров измерительной аппаратуры БРВ ВРУ военного назначения о произошедших отказах или нарушениях в работе технических средств (ТС), реальных условиях эксплуатации (температуре, влажности, давлении, запыленности и т.д.). В качестве объектов могут быть любые устройства и ТС: контроллеры, датчики, приводы, контрольно-измерительные приборы и т.д.;

2) *подсистема первичной обработки информации* включает процедуры анализа, упорядочения данных, выявления различных отклонений и сбоев в работе ТС, изменений условий эксплуатации;

3) *подсистема анализа накопленных знаний и решения задач* позволяет осуществлять оценку технического состояния различных типов ТС, оценку показателей надежности, прогноз возможных отказов и неисправностей ректификационных колонн и теплообменной аппаратуры БРВ ВРУ военного назначения.

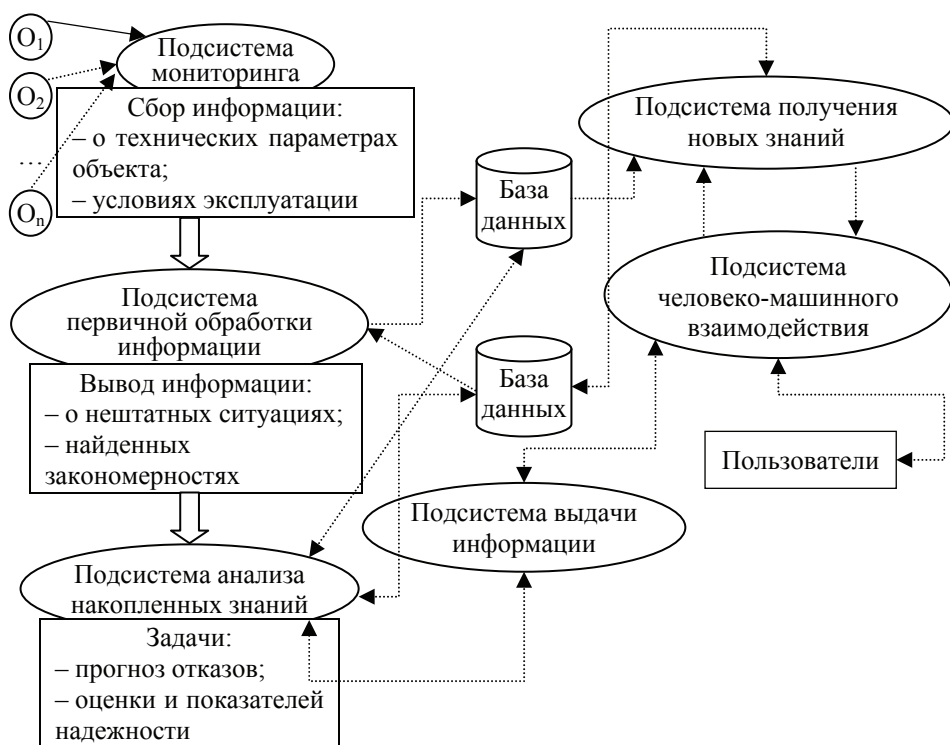


Рис. 1. Функциональная структура СПЭР по оценке надежности

База данных (БД) содержит информацию о технологических параметрах (входные и выходные данные теплообменной аппаратуры и ректификационных колонн, параметры условий эксплуатации), которые непосредственно используются для анализа и оценки технического состояния объектов экспертизы. Данная информация заносится дискретно и архивируется через определенные интервалы времени. Лицо, принимающее решение (ЛПР), в любой момент времени может получить доступ к информации.

Основополагающим моментом архитектуры БЗ является многоуровневая организация знаний, при этом выделяются следующие уровни:

- знания предметной области включают в себя граничные значения технологических параметров каждого объекта, допустимые интервалы эксплуатационных параметров и показатели надежности, полученные на стадии проектирования. Однако предметные знания не содержат какой-либо информации о том, как их следует использовать;

- знания о взаимодействии (о взаимосвязи элементов составляющих БРВ ВРУ военного назначения при функционировании, о резервировании и т.д.), которые используются для оценки и прогнозирования надежности системы в целом.

Данные правила можно показать в виде продукционной модели, позволяющей представить знания в виде [2]

ЕСЛИ <перечень условий>, ТО <перечень действий>.

База знаний формируется экспертом совместно с оператором технологического процесса и, как правило, может быть неполной при первоначальном ее формировании и накапливается во время эксплуатации через подсистему накопления новых знаний, которые представляют собой информацию из БД о ходе технологического процесса и знания экспертов и оператора при изменении каких-либо правил или модернизации и замене технологических объектов.

Лицо, принимающее решения, может просмотреть всю информацию о результатах, полученных в подсистеме анализа накопленных знаний, и решения задач в виде отчетов и аварийных сигнальных сообщений *через подсистему выдачи информации*.

Таким образом, предлагаемый в работе подход построения СППР для оценки надежности БРВ ВРУ военного назначения на основе интеллектуальных технологий создает систему, функционирующую в реальном времени в составе БРВ ВРУ военного назначения, что позволяет решить проблему накопления и хранения знаний и существенно сократить затраты времени на обработку информации, которая приводит к повышению эффективности добычи сжатых и сжиженных газов для полетов авиации ВС РФ. Кроме того, предлагаемая система обеспечивает автоматическое извлечение знаний из накопленного опыта и применяет их для решения вышеперечисленных задач, а также обладает способностью к развитию в соответствии с объективными изменениями в области знаний.

Особенностью функциональной среды мультиагентной СППР по оценке эксплуатационной надежности БРВ ВРУ военного назначения является ее работа в реальном времени в составе газодобывающей станции при обеспечении тыловых подразделений авиационных частей ВС РФ, поэтому среда является активным компонентом разрабатываемой системы.

Для построения модели среды функционирования системы необходимо определить ее состав, взаимосвязь элементов и основные свойства.

Основная сложность заключается в необходимости удовлетворения двум противоречивым критериям: модель должна обладать:

- адекватностью к реальной системе;
- простотой использования и управления в процессе работы системы.

На рисунке 2 изображена структура среды МАСППР по оценке надежности. В необходимое и достаточное окружение системы входят:

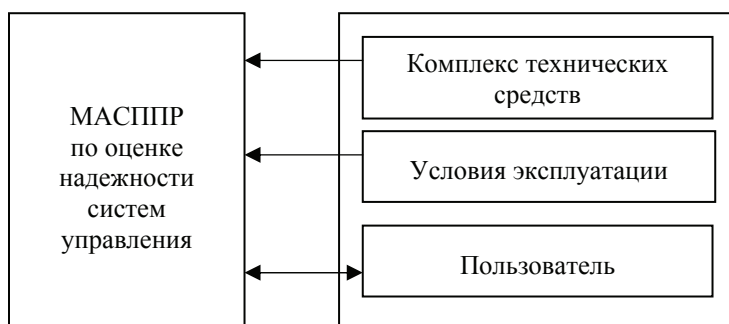


Рис. 2. Структура среды МАСППР

1) комплекс ТС (элементы базовой автоматики, сетевое и серверное оборудование, линии связи);

2) окружающая среда, которую характеризуют условия эксплуатации (температура, влажность, вибрация, удары и т.д.);

3) пользователи (начальник группы газового обеспечения, начальники смен, оператор, ЛПП).

Так как МАСППР представляет собой совокупность взаимосвязанных интеллектуальных агентов, то и сами агенты являются частью среды. Агенты должны функционировать в соответствии с закономерностями среды на основе ее адекватного отражения, то есть все взаимодействия среды и агентов взаимозависимы и не могут рассматриваться отдельно друг от друга.

Рассмотрим существенные для решения вопросов оценки эксплуатационной надежности БРВ ВРУ военного назначения связи между МАСППР и элементами ее внешней среды.

1. «Комплекс технических средств (КТС) – МАСППР» соответствует поступлению в систему информации о реальном состоянии элементов КТС. Эта связь заключается в непрерывном сборе данных, поступающих с датчиков объектов в реальном масштабе времени, в фиксации сбоев и отказов в работе оборудования.

2. «Условия эксплуатации – МАСППР» отображают тот факт, что на надежность аппаратной части БРВ ВРУ военного назначения существенно влияют внешние условия (например, от температуры в технологическом отделении станций зависит работа вычислительного комплекса) и соответствуют поступлению в систему информации о текущих условиях эксплуатации и об их изменениях в реальном времени.

3. «Пользователь – МАСППР» осуществляется в виде заданий на выполнение назначенных агентам действий (анализ показателей надежности и т.д.) и внесение новых знаний о составных частях и БРВ ВРУ военного назначения в целом. Такие воздействия могут изменять режим работы системы и требования к качеству ее функционирования.

4. «МАСППР – пользователь» соответствует выдаче результатов расчета необходимых показателей надежности, как по требованию пользователя, так и при возникновении каких-либо нестандартных ситуаций во время эксплуатации БРВ ВРУ военного назначения.

Все вышеперечисленные данные могут быть представлены в виде отчетных документов (диаграмм, графиков, таблиц).

Определим свойства среды функционирования МАСППР для оценки надежности БРВ ВРУ военного назначения. Среда МАСППР *динамична*, так как соответствующим свойством обладают все ее элементы:

– пользователи в результате взаимодействия с системой изменяют свое состояние, например, в процессе обучения;

– КТС и условия эксплуатации, естественно, обладают динамикой: старение и износ криогенной техники при эксплуатации, ремонт и профилактическое обслуживание, изменение режимов работы объектов управления, изменение характера нагрузок – лишь немногий перечень тех факторов, которые прямо или косвенно приводят к изменению технического состояния КТС;

– сами агенты при функционировании изменяют свое состояние, так как изменяются знания агентов о среде.

Невозможность существования разрабатываемой интеллектуальной системы в изоляции от окружающего мира и постоянный обмен информацией с внешней средой обуславливают такое свойство среды как ее *открытость*.

В зависимости от того, насколько результаты наблюдений агентов позволяют определить реальное состояние системы, можно отнести среду функционирования МАСППР к *частично наблюдаемой*, так как на основании наблюдений агент может идентифицировать только некоторое подмножество состояний среды.

Важным свойством среды является наличие «памяти», то есть степень зависимости следующего состояния от истории предыдущих состояний. Применительно к рассматриваемой задаче, будем считать среду *марковской с дискретными состояниями и непрерывным временем*, то есть следующее состояние среды зависит только от предыдущего состояния и выполняемого в нем действия [1].

И, наконец, непрерывная по времени модель изменения состояния среды, когда агенты, взаимодействуя со средой в момент выполнения действий, могут в той или иной степени влиять на ход этих изменений, обуславливает *асинхронность* среды.

Итак, построена модель среды функционирования МАСППР по оценке эксплуатационной надежности аппаратной части БРВ ВРУ военного назначения, включающая определение ее состава, свойств и взаимодействие элементов, что является одной из важнейших подзадач задачи разработки системы.

Список литературы

1. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие для втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 2000. – 383 с.
2. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
3. Основина, О. Н. Мультиагентная система оценки и прогнозирования надежности АСУ // Тр. II Всерос. шк.-семинара молодых ученых «Управление большими системами» / О. Н. Основина. – Воронеж : Науч. кн., 2007. – С. 168 – 176.
4. Основина, О. Н. О разработке интеллектуальной системы оценки и прогнозирования надежности АСУ / О. Н. Основина // Сб. тр. Междунар. науч. конф. «Сложные системы управления и менеджмент качества CCSQM'2007» / под ред. Ю. И. Еременко. – Старый Оскол : Старооск. технолог. ин-т, 2007. – С. 201 – 203.

References

1. Venttsel' E.S., Ovcharov L.A. *Teoriya sluchainykh protsessov i ee inzhenernye prilozheniya : ucheb. posobie dlya vtuzov* [The theory of random processes and its engineering applications: a manual for technical colleges], Moscow: Vyssh. shk., 2000, 383 p. (In Russ.)

2. Gavrilova T.A., Khoroshevskii V.F. *Bazy znaniy intellektual'nykh sistem* [Knowledge Base of Intelligent Systems], St. Petersburg: Piter, 2000, 384 p. (In Russ.)

3. Osnovina O.N. [Multi-agent system of evaluation and prediction of the reliability of ACS], *Trudy II Vserossiiskoi shkoly-seminara molodykh uchenykh "Upravlenie bol'shimi sistemami"* [Proceedings of the II All-Russian School-Seminar of Young Scientists "Managing large systems"], Voronezh: Nauchnaya kniga, 2007, pp. 168-176. (In Russ.)

4. Osnovina O.N., Eremenko Yu.I. [On the development of the intellectual system of evaluation and prediction of the reliability of ACS], *Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii "Slozhnye sistemy upravleniya i menedzhment kachestva CCSQM'2007"* [Proceedings of the International Conference "Complex management systems and quality management CCSQM'2007"], Ctaryi Oskol: Starooskol'skii tekhnologicheskii institut, 2007, pp. 201-203. (In Russ.)

**Purpose and Composition of Multi-Agent System
for Decision Support by Evaluating Operational Reliability
of the Air Separation Plants of Stations Designed
for Military Applications**

I. Yu. Akulov

*Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky
and Yu. A. Gagarin, Voronezh, Russia*

Keywords: agents; analysis; database; intelligent agents; models; multi-agent system for decision support; reliability.

Abstract: The paper describes the functional structure of a multi-agent system for decision making support, its main subsystems, features of the object and the functions which it can provide. The authors describe the functional environment of the multi-agent system of decision support for assessing the operational reliability of the air separation of air separation units for military purposes and its main features.

© И. Ю. Акулов, 2017