

СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Д.П. Сафонов;

В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрен способ выбора сценария эвакуации в случае отсутствия связи для совершенствования интеллектуальных возможностей робототехнических комплексов на основе аппарата нечеткой логики для оценки факторов опасности.

Ключевые слова: нечеткая логика, робототехнический комплекс, факторы опасности, лингвистическая переменная

A METHOD OF IMPROVING THE INTELLECTUAL CAPACITIES OF ROBOTIC SYSTEMS

D.P. Safonov; V.A. Onov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

A method of improving the intellectual capacities of robotic systems based on fuzzy logic for the assessment of hazards. The result of the process is the choice of scenario evacuation in case of lack of communication.

Keywords: fuzzy logic, robotics, risk factors, linguistic variable

Россия является первой страной мира, где законодательно и нормативно введен новый вид автоматических установок пожаротушения (АУП) – роботизированные установки пожаротушения [1–3].

Пожарная робототехника уже прошла значительный путь эволюционного развития. В XX в. промышленные роботы широко внедрялись в производственные автоматизированные процессы. Разрабатывались также роботы для экстремальных сред, в частности пожарные роботы. Происходящие техногенные катастрофы ускорили разработку пожарных роботов для применения в экстремальных условиях. С появлением практического опыта использования пожарных роботов начались исследования новых технологий пожаротушения, проводимые во ВНИИПО МВД СССР и Институте физико-технических проблем (Москва), в ГПИ «Спецавтоматика» (Ленинград) и Лаборатории пожарных роботов (г. Петрозаводск). В этих работах определялись основные показатели пожарных роботов, вводились новые термины и определения, выполнялись практические исследования по баллистике струй для выработки рекомендаций по применению. Были разработаны и внедрены первые роботизированные пожарные комплексы (РПК) для защиты машинных залов на Ленинградской АЭС и Петрозаводской ТЭЦ, Лесозаводе № 3 в г. Архангельске.

Чернобыльская катастрофа, произошедшая 26 апреля 1986 г., послужила мощным импульсом к развитию робототехники в СССР. На момент катастрофы складывалась ситуация, что в стране, обладающей мощнейшей научной базой по разработке робототехнических комплексов для исследования планет солнечной системы, полностью отсутствовала робототехника для проведения аварийно-спасательных работ на Земле.

Авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) наглядно показала, что часть работы по проведению дезактивации зданий и территорий просто невозможно выполнить без помощи дистанционно управляемых устройств – робототехнических комплексов. Проектированием и испытанием роботов для Чернобыля занималось большое количество

ученых, институтов и конструкторских бюро. Для создания роботизированных комплексов объединялись коллективы многих институтов. В реальных условиях саркофага испытывались как отечественные, так и зарубежные роботы (изготовленные в Германии, Японии, США). На рис. 1 представлен робот СТР-1, выполнявший работы на кровле ЧАЭС.



Рис. 1. Робот СТР-1

Накопленные знания по использованию роботов для ликвидации аварии на ЧАЭС позволили выявить проблемные вопросы разработки робототехнических комплексов, предназначенных для проведения аварийно-спасательных работ. В частности, конструкторы роботов пришли к выводу, что важной проблемой использования роботов на ЧАЭС являлось дистанционное управление. Проблема потери связи с робототехническим комплексом актуальна и на сегодняшний день. Эта проблема требует развития способов надежного дистанционного и телеуправления, а так же совершенствования интеллектуальных возможностей систем автономного управления робототехническим комплексом. Потеря связи с робототехническим комплексом в экстремальных условиях, как видно на примере ЧАЭС, зачастую приводит к его повреждению.

Таким образом, в настоящее время актуализируется проблема автономного функционирования робототехнических комплексов в случае потери связи в условиях чрезвычайных ситуаций.

Способом повышения «жизнеспособности» робототехнического комплекса может являться использование алгоритмов, разработанных на основе математического аппарата нечеткой логики.

Нечёткая логика (англ. *fuzzy logic*, иногда размытая, расплывчатая, туманная, путанная) – раздел математики, являющийся обобщением классической логики и теории множеств, базирующийся на понятии нечёткого множества, впервые введённого Лотфи Заде в 1965 г. как объекта с функцией принадлежности элемента к множеству, принимающей любые значения в интервале $[0, 1]$, а не только 0 или 1. На основе этого понятия вводятся различные логические операции над нечёткими множествами и формулируется понятие лингвистической переменной, в качестве значений которой выступают нечёткие множества [4]. При помощи нечеткой логики, в случае отсутствия связи, можно оценить факторы опасности для робототехнического комплекса, а затем приступить к выполнению того или иного сценария действий.

Сценарии действий можно разделить на несколько категорий:

- возврат «по памяти»;
- объезд препятствия и дальнейший возврат «по памяти»;
- поиск пути при помощи алгоритмов нечеткой логики;
- поиск места для «консервации».

Рассмотрим эти категории подробнее. Робототехнический комплекс, оборудованный программным комплексом, позволяющим записывать всю последовательность действий с момента выезда с базы, способен «отмотать» все свои действия в обратном порядке. В случае, когда окружение робототехнического комплекса не изменилось, это приведет робототехнический комплекс обратно на базу.

В случае если при возвращении на базу «по памяти» перед робототехническим комплексом возникает преграда, робототехнический комплекс ищет при помощи алгоритмов нечеткой логики способ объезда препятствия. В случае удачного объезда препятствия, робототехнический комплекс возвращается к алгоритму возврата «по памяти».

Однако существует вероятность невозможности возвращения на проложенный маршрут, тогда робототехнический комплекс начинает поиск пути и последующее прокладывание маршрута в неизвестном окружении при помощи алгоритмов нечеткой логики.

При поиске пути в неизвестном окружении возможен вариант, когда путей выхода не существует. В таком случае робототехнический комплекс начинает поиск места для «консервации». Место для консервации – это место, длительное нахождение в котором позволит избежать либо минимизировать повреждения робототехническому комплексу.

В зависимости от типа чрезвычайной ситуации, факторы опасности для робототехнического комплекса могут быть разными:

- температура;
- разряд батарей;
- влажность;
- механические повреждения;
- химические повреждения;
- радиационные повреждения.

Основными этапами практической реализации способа совершенствования интеллектуальных возможностей робототехнических комплексов являются:

- выбор факторов опасности;
- анализ экспертных данных факторов опасности;
- установление связи между численными значениями факторов опасности и лингвистическими терминами;
- разработка алгоритма оценки нечетких данных для выбора сценарного плана действий.

Рассмотрим последовательность реализации выделенных этапов для двух универсальных факторов опасности – температуры и разряда батарей. Пороговые значения температуры индивидуальны для каждого робототехнического комплекса. Установим температурные пределы от 0 до 100 °С.

Пороговые значения заряда батарей практически универсальны для аккумуляторной техники. После обработки графиков факторов опасности получим связь между численными значениями факторов опасности и лингвистическими терминами, графически представленную на рис. 2, 3 [5].

На основе установленной связи между численными значениями факторов опасности и лингвистическими терминами полученных разрабатывается алгоритм оценки нечетких данных факторов опасности для выбора сценария действий.

Этапы разработки алгоритмов в среде MATLAB показаны на рис. 4, 5. Итоговая диаграмма зависимости, определяющая выбор сценария действий робототехнического комплекса в отсутствии связи, представлена на рис. 6.

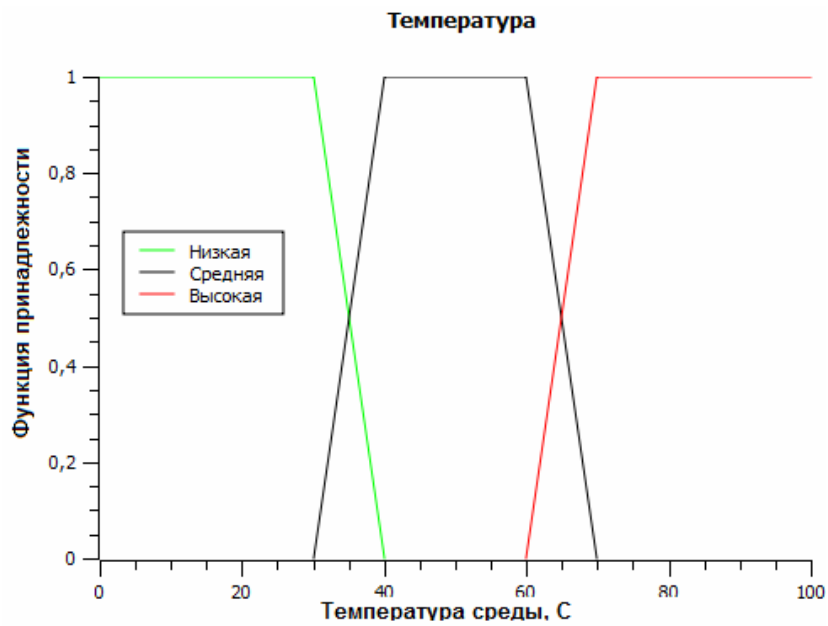


Рис. 2. Функция принадлежности температуры

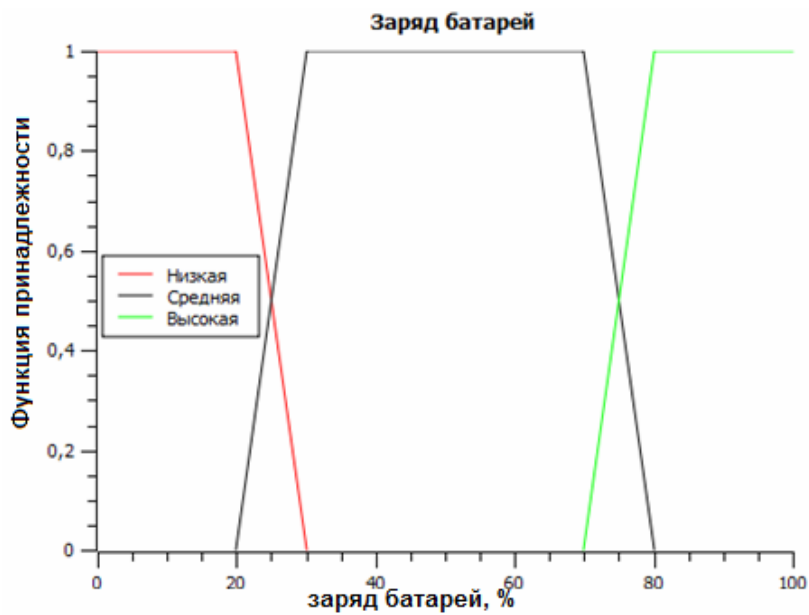


Рис. 3. Функция принадлежности заряда батарей

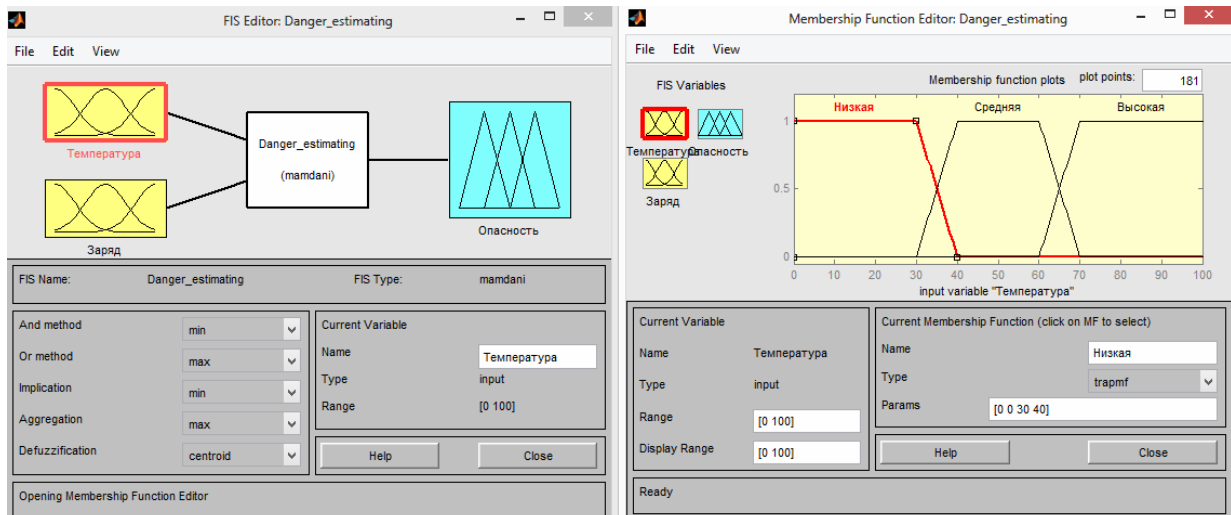


Рис. 4. Перенос данных факторов опасности и фаззификация данных

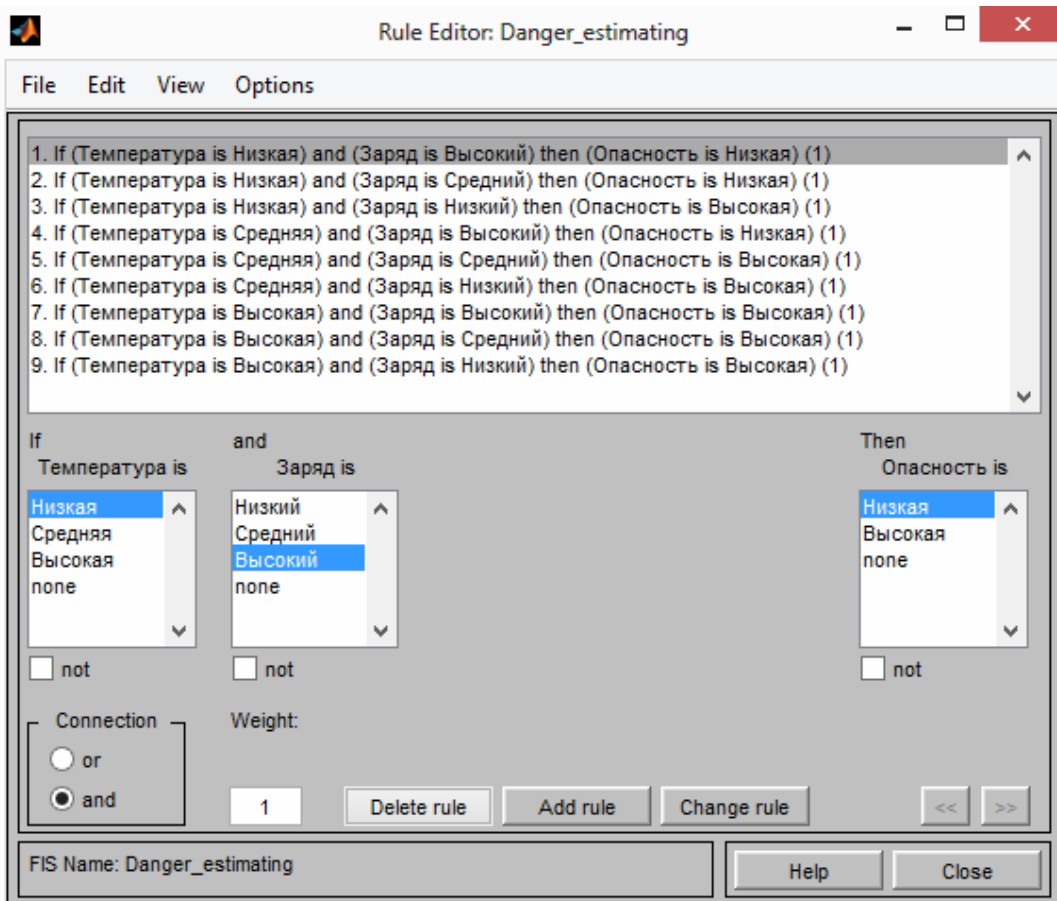


Рис. 5. Формирование базы правил

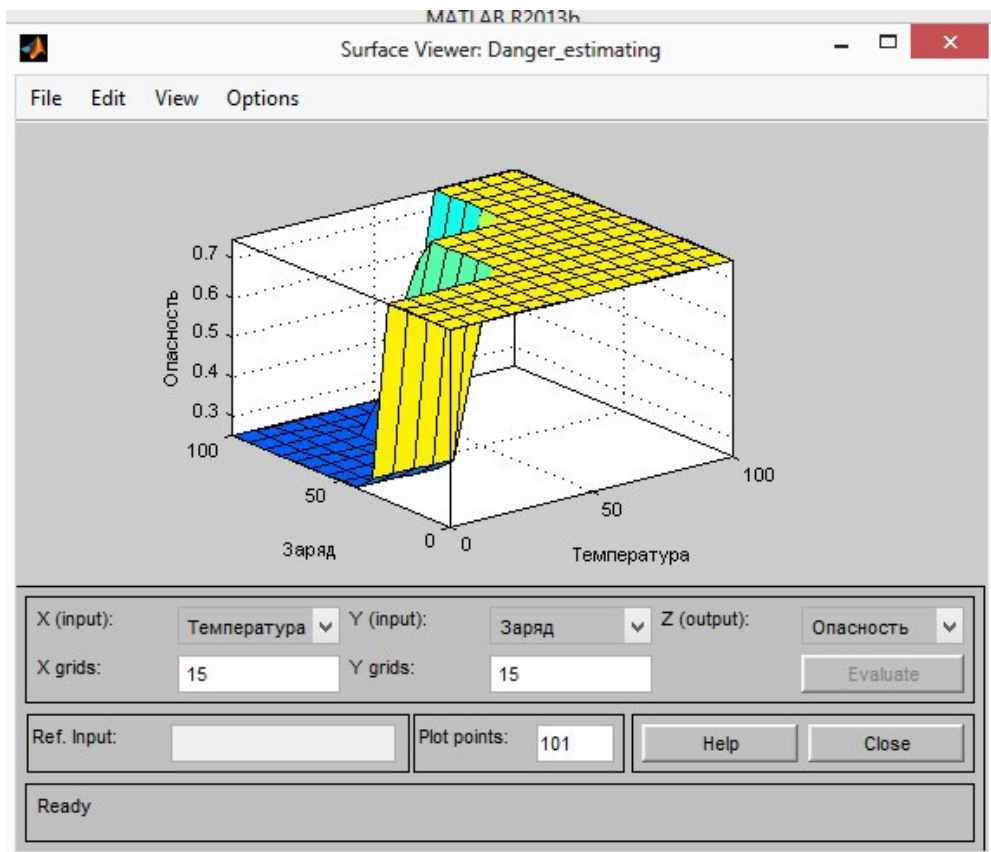


Рис. 6. Итоговая диаграмма зависимости

Полученный алгоритм позволяет робототехническому комплексу автономно принять решение об эвакуации в случае потери связи.

Предложенный способ совершенствования интеллектуальных возможностей робототехнических комплексов является одним из возможных вариантов, который может сократить потери робототехнических комплексов при выполнении аварийно-спасательных работ в случае потери связи.

Представляется, что для повышения эффективности предложенного способа необходима научная разработка поддержки принятия решений при управлении робототехническими комплексами в условиях чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Рос. газ. 2008. № 163.
2. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: Приказ МЧС России от 25 марта 2009 г. № 175. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
3. ГОСТ Р 53326–2009. Техника пожаротушения. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартиформ, 2009.
4. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М.: Физматлит, 2000. 224 с.
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.