

Проблемы искусственного интеллекта. 2026. N 1 (40). С. 190-201

Problems of Artificial Intelligence. 2026;1(40):190-201.

Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Научная статья

УДК 004.891+007.52+681.518+65.011.56

doi: 10.24412/2413-7383-2026-1-40-190-201

Р. А. Помблас¹, М. А. Берберова¹, К. Е. Шкодяк¹, О. О. Варламов^{1,2,3},
Л. Е. Адамова^{3,4}

¹Институт искусственного интеллекта Российского технологического университета МИРЭА
119454, Проспект Вернадского, д. 78, Москва, Россия

²АО НИИ Вычислительных комплексов им. М. А. Карцева,
117437, ул. Профсоюзная, д. 108, Москва, Россия

³Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
105005, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр.1, Москва, Россия

⁴Российский новый университет (РосНОУ),
105005, ул. Радио, д. 22, Москва, Россия

МИВАРНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ГАЗОВОГО ЗАВОДА

R.A. Pomblas¹, K.E. Shkodyak¹, M.A. Berberova¹, O.O. Varlamov^{1,2,3},
L.E. Adamova^{3,4}

¹Institute of Artificial Intelligence of the Russian Technological University MIREA
119454, Vernadsky ave., bld. 78, Moscow, Russia

²JSC M. A. Kartsev Research Institute of Computing Systems,
117437, Profsoyuznaya st., bld. 108, Moscow, Russia

³Bauman Moscow State Technical University,
105005, 2-ya Baumanskaya st., bld. 5, structure 1, Moscow, Russia

⁴Russian New University (RosNOU),
105005, st. Radio, 22, Moscow, Russia

MIVAR DECISION SUPPORT SYSTEM FOR GAS PLANT STAFF

Разработана миварная экспертная система (МЭС) для поддержки принятия решений персонала газового завода. Компрессорные установки газового завода предназначены для транспортировки и распределения природного газа для использования в промышленном, коммерческом и энергетическом секторах, а также в производственных операциях нефтегазовой промышленности. Научная новизна состоит в создании математической модели из 81 правила миварной сети процессов обработки информации и принятия решений для 10 должностных лиц дежурной смены газового завода. МЭС может использоваться как для поддержки принятия решений персоналом, так и для его обучения или тестирования.

Ключевые слова: мивар, искусственный интеллект, миварные экспертные системы, умные производственные системы, Wi!Mi, Большие Знания, компрессорные установки газового завода, автоматизация обучения, машиностроительный ИИ.

A mivar expert system (MES) has been developed to support decision-making for gas plant personnel. The gas plant's compressor units are designed to transport and distribute natural gas for use in the industrial, commercial, and energy sectors, as well as in oil and gas production operations. The scientific innovation lies in the creation of a mathematical model of 81 mivar network rules for information processing and decision-making processes for 10 duty shift personnel at the gas plant. The MES can be used both to support personnel decision-making and for training or testing.

Keywords: mivar, artificial intelligence, mivar expert systems, smart manufacturing systems, gas plant compressor units, Wi!Mi, Big Knowledge, automated learning, mechanical engineering AI.

Введение

В последнее десятилетие тенденция развития организаций связана с использованием специализированных исследований, инженерных технологий и методологий, направленных на оптимальное выполнение операций, с применением технологий и методов, гарантирующих повышение эффективности производства. Растущий уровень знаний ориентирован на оптимальное и эффективное функционирование технологических систем. В современном мире потребления и производства немаловажное значение имеют источники энергии. Одним из главных источников энергии является природный газ. Россия входит в число самых крупных газодобывающих и газопотребляющих стран мира. Компрессорные установки газового завода предназначены для транспортировки и распределения природного газа для использования в промышленном, коммерческом и энергетическом секторах, а также в производственных операциях нефтегазовой промышленности.

Растет спрос на использование искусственного интеллекта (ИИ) во всех сферах. ИИ играет важную роль в поддержке принятия решений персоналом газового завода и это связано с безопасностью и контролем, чтобы анализировать данные о работе оборудования и выявлять потенциальные проблемы или аварийные ситуации. Также это помогает предотвратить аварии и несчастные случаи на производстве; выполнять оптимизацию процессов, находить узкие места и предлагать улучшения для повышения эффективности работы завода. ИИ может быть использован для мониторинга состояния окружающей среды в районе расположения газового завода.

Миварные технологии логического ИИ (МТЛИИ) [1] продолжают активное развитие в самых разнообразных направлениях. Прежде всего, отметим научные публикации в области создания «миварных мозгов» для автономных робототехнических комплексов [2], которые позволяют принимать решения [3] в пространстве состояний [4], для управления агентами в компьютерной игре [5], для распределения [6] и перевозки грузов командой [7] складских роботов [8], для планирования действий роботов в изменяющейся среде [9] в трехмерном [10] логическом пространстве [11]. Отметим, что проводятся исследования по автоматической генерации миварных баз знаний (МБЗ) [12], включая и использование Больших Лингвистических Моделей – LLM [13] для сокращения времени создания МБЗ и в интересах создания «Больших Знаний».

Отметим, что в 2024-2025 годах миварные экспертные системы (МЭС) применялись в самом широком спектре прикладных задач, например, для: диагностики бактериальной устойчивости к антибиотикам [14], выбора алгоритма блокчейна [15], обеспечения этики принятия решений в кредитовании [16], формирования последовательности учебных дисциплин в вузе [17].

Важную роль играют и работы по совместному использованию нейронных (рефлексного уровня ИИ) и миварных (логического уровня ИИ) сетей для создания Комплексных систем ИИ, например для: обнаружения дефектов продукции на производстве хлебобулочных изделий [18], определения и подбора комнатных и садовых растений [19] и обнаружения пожаров [20]. Создаются миварные программные комплексы, которые зарегистрированы в качестве программы для ЭВМ: редактор ЛИСА [21], Лиса МЛВ (машина логического вывода) [22] и система верификации миварных моделей [23], а также есть примеры регистрации МБЗ в качестве «базы данных», например, трехмерного логического пространства [24] или биохимического анализа крови [25].

Для темы нашей работы наиболее близкое значение имеют научные публикации по применению МТЛИИ для создания умных производственных систем [26], например по созданию МЭС: для автоматизации выбора частотного преобразователя [27] или подбора электродвигателя [28], для поддержки принятия решений персонала на

производстве автомобильных колесных дисков [29] или планетарных редукторов [30], а также для планирования ресурсов цеха и анализа отклонений [31] и мониторинга безопасности в мегалаборатории [32]. В качестве прототипа будем рассматривать статью про создание миварной системы поддержки принятия решений (СППР) персонала газоперерабатывающего цеха при добыче жидкой серы [33]. Следовательно, для поддержки принятия решений персоналом газового завода целесообразно использовать МТЛИИ и создать в качестве СППР новую МЭС. Целью исследования является разработка миварной экспертной системы для поддержки принятия решений персоналом газового завода, работающего с Автоматизированной Системой Управления Технологическим Процессом (АСУ ТП) подготовки природного газа для транспортировки по трубопроводу.

Таким образом, использование МЭС для поддержки принятия решений персоналом газового завода способствует повышению безопасности и эффективности производственной деятельности, обучению сотрудников и охране окружающей среды, а тема работы актуальна и имеет большое практическое и экономическое значение.

Материалы и методы

Описание и анализ предметной области.

Дежурная смена завода включает в свой состав 10 должностей: 1 начальник смены, 2 оператора, 4 механика, 2 электрика и 1 слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике. В одни сутки работают три разные смены по 8 часов. Именно для этого персонала и создается МЭС. Компрессорная установка обрабатывает газ низкого давления (120 фунтов на квадратный дюйм), поступающий из производственных модулей. Эта установка оснащена четырьмя трехступенчатыми компрессорными установками (K-1010/20/30/40), которые позволяют подавать газ с номинального уровня давления 120 psig до номинального 1300 psig. На Рисунке 1 показана схема технологического процесса работы газового завода.

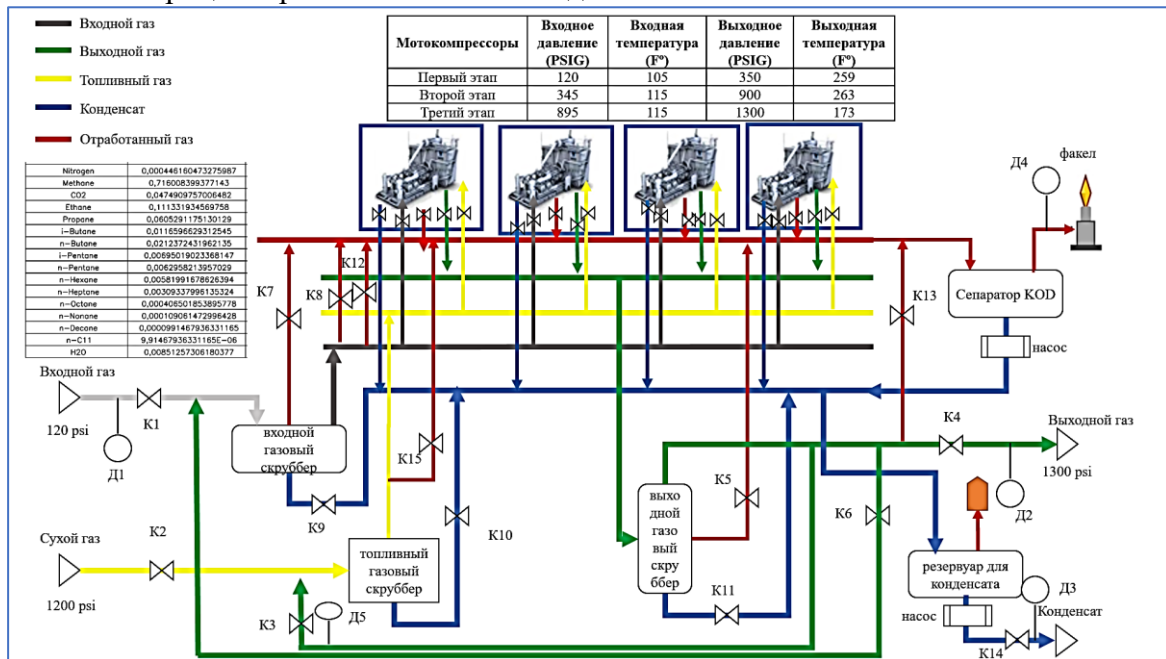


Рисунок 1 – Схема технологического процесса

Формализованное описание процесса управления. Всего в рамках проекта разработано 81 производственное правило для миварной сети, поэтому покажем только некоторые правила для МЭС в формате «Если, То» с явным перечислением всех основных объектов. Правила были объединены в КЭСМИ в «классы правил».

C1 (входной газ). Правила:

ЕСЛИ давление очень высокое ($P=250^{\circ}$ psig), ТО клапан K1 закрываем ($K1=0$) и сообщаем оператору.

ЕСЛИ давление очень низкое ($P=60^{\circ}$ psig), ТО клапан K1 закрываем ($K1=0$) и сообщаем оператору.

ЕСЛИ завод уходит на ремонт ($R==1$), ТО C1 может входить в состояние ремонта ($C1=0$).

ЕСЛИ давление высокое и продолжает расти, ТО сообщаем оператору.

ЕСЛИ давление низкое и продолжает падать, ТО сообщаем оператору.

Разработка миварной базы знаний (МБЗ) (фрагмент) показана в таблице 1.

Таблица 1 — Миварная база знаний (фрагмент)

№	КЛАСС	ЕСЛИ	ТО
1	C1	давление очень высокое ($P=250^{\circ}$ psig)	клапан K1 закрываем ($K1=0$)
2	C1	давление очень низкое ($P=60^{\circ}$ psig)	клапан K1 закрываем ($K1=0$)
3	C1	завод уходит на ремонт ($R==1$)	C1 переходит в состояние ремонта ($C1=0$)
4	C2	давление очень высокое ($P \geq 1300^{\circ}$ psig)	ТО клапан K2 закрываем ($K2=0$)
5	C2	давление очень низкое ($P < 1000^{\circ}$ psig)	клапан K2 закрываем ($K2=0$)
6	C2	завод уходит на ремонт ($R==1$)	C2 переходит в состояние ремонта ($C2=0$)
7	C3	давление очень высокое ($P \geq 1440^{\circ}$ psig)	клапан K4 закрываем ($K4=0$)
8	C3	давление очень низкое ($P < 1000^{\circ}$ psig)	клапан K4 закрываем
9	C3	завод уходит на ремонт ($R==1$)	C3 переходит в состояние ремонта ($C3=0$)

После разработки миварной базы знаний была создана миварная экспертная система в среде КЭСМИ Wi!Mi «Разуматор» версии 2.1. На Рисунке 2 представлены используемые классы и параметры, представлены отношения, записанные на основе разработанной миварной базы знаний. Отношения задают шаблоны для правил.

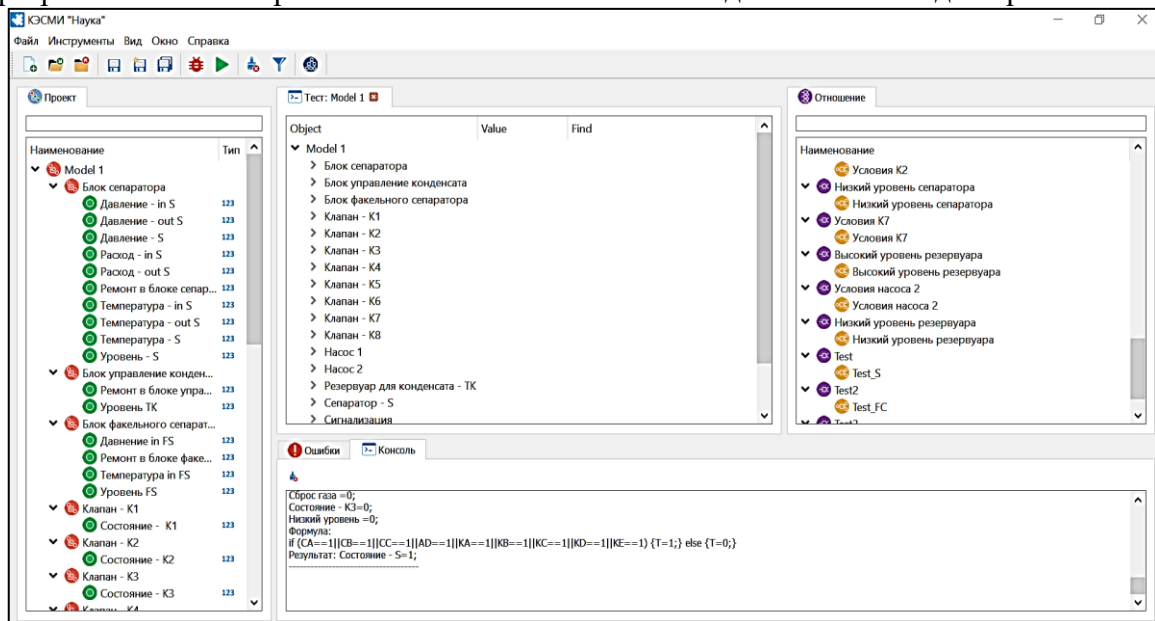


Рисунок 2 – Миварная экспертная система (МЭС) в среде КЭСМИ

Обсуждение

В последующей работе планируется дополнить МБЗ новыми правилами и исследовать возможности применения различных вариантов [12], [13] автоматической генерации миварных баз знаний для управленческих задач в пространстве состояний.

Таким образом, эволюционное наращивание количества продукционных правил МЭС повысит её гибкость и адаптивность к изменениям среды предметной области. Кроме того, будут разработаны и обучающие материалы для персонала дежурных смен газового завода.

Планируется проработать вопросы встраивания созданной МЭС в общий контур автоматизации газового завода.

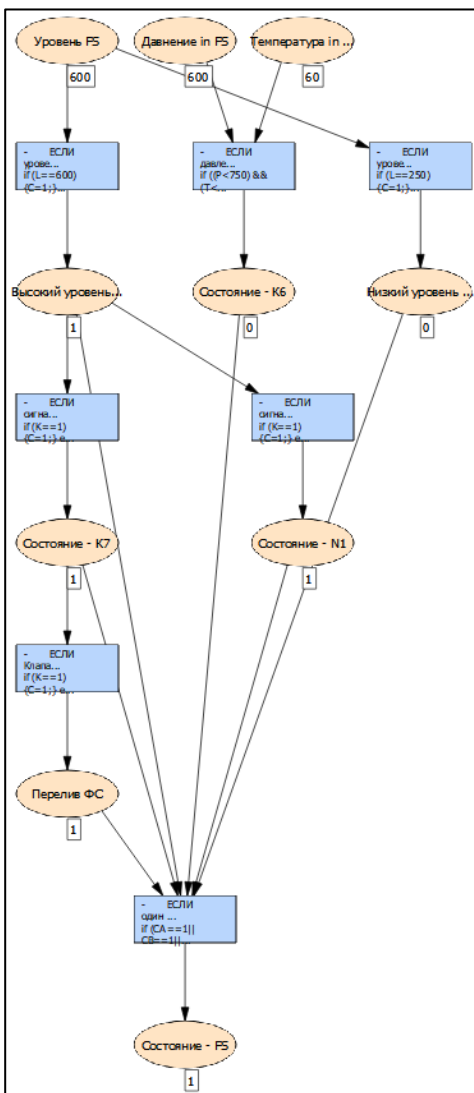


Рисунок 4 – Тестирование сепаратора

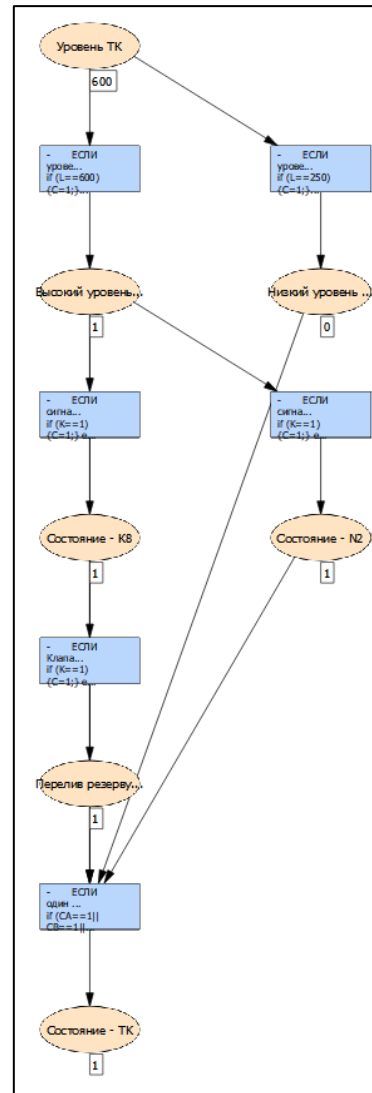


Рисунок 5 – Тестирования резервуара

Заключение

Обоснована целесообразность разработки и внедрения миварной экспертной системы для поддержки принятия решений персонала газового завода. Цель данной работы достигнута, разработана миварная экспертная система для поддержки принятия решений персоналом газового завода, работающего с Автоматизированной Системой Управления Технологическим Процессом подготовки природного газа для транспортировки по трубопроводу.

Научная новизна данной статьи состоит в создании новой математической модели из 81 правила миварной сети процессов обработки информации и принятия решений для 10 должностных лиц дежурной смены газового завода. В МЭС можно в любое время добавлять новые правила или изменять существующие.

Практическая полезность данной статьи заключается в том, что созданная МЭС может на первых этапах внедрения использоваться как для поддержки принятия решений персоналом, так и для его обучения или тестирования. Эта система позволит значительно улучшить функционирование завода, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций и ущерб от них. Кроме того, использование МЭС позволяет повысить производительность труда и эффективно обрабатывать данные о функционировании завода со снижением влияния «человеческого фактора».

Список литературы

1. Варламов О. О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: "Радио и связь", 2002. 286 с. EDN RWTCOP.
2. Varlamov O., Aladin D. A New Generation of Rules-based Approach: Mivar-based Intelligent Planning of Robot Actions (MIPRA) and Brains for Autonomous Robots // Machine Intelligence Research. 2024. Vol. 21, №. 5. P. 919-940. DOI 10.1007/s11633-023-1473-1. EDN TSPUOP.
3. Аладин Д. В. Модель миварной проблемно-ориентированной системы управления и принятия решений в пространстве состояний // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2025. Т. 13, № 4(51). DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.023. EDN YMRGHN.
4. Аладин Д. В. Модель миварной базы знаний для решения управленческих задач в пространстве состояний // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2025. Т. 27, № 4. С. 66-71. DOI 10.18127/j19998554-202504-06. EDN WSRHDS.
5. Коценко А. А., Мацнев А. А., Денисов А. С. и др. Применение миварных технологий для управления автономными агентами в однопользовательской компьютерной игре // Естественные и технические науки. 2024. № 5(192). С. 216-224. DOI 10.25633/ETN.2024.05.18. EDN VEXAAF.
6. Гун Ш. Миварная система принятия решений для распределения и перевозки грузов командой складских роботов // Системы управления и информационные технологии. 2025. № 2(100). С. 23-29. EDN XZHNBV.
7. Гун Ш. Миварная система принятия решений по оптимизационному распределению грузов для групп складских роботов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2025. Т. 13, № 3(50). DOI 10.26102/2310-6018/2025.50.3.047. EDN WJJQXB.
8. Гун Ш. Модель принятия решений для многозадачных складских роботов на основе четырехуровневой архитектуры совместной оптимизации // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 3(38). С. 100-112. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-100-112. EDN QHTLGB.
9. Коценко А. А. О разработке МЭС для принятия решений при планировании действий роботов в изменяющейся среде // Мивар '25: Доклады. Москва: ИНФРА-М, 2025. С. 307-309. EDN QNNTAT.
10. Коценко А. А. О подходе к разработке МЭС для планирования действий перехода роботов в трехмерном логическом пространстве // Мивар '25: Доклады. Москва: ИНФРА-М, 2025. С. 313-315. EDN GFLTUH.
11. Kotsenko A. Application of three mivar logical space models for route planning of autonomous robots // Наука, технологии и бизнес. Сборник научных трудов VII Межвузовской конференции аспирантов, соискателей и молодых ученых, 2025. P. 162-172. EDN UXKKPA.
12. Аладин Д. В. Метод автоматической генерации миварных баз знаний для решения управленческих задач в пространстве состояний // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 3(38). С. 88-99. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-88-99. EDN PPUTWN.

13. Бекетов Р. А., Попов С. Д., Кузьмин Я. А. и др. Разработка критериев и сравнительный анализ LLM для автоматизированной генерации миварных баз знаний // Научно-технический вестник Поволжья. 2025. № 5. С. 95-99. EDN RKQJMV.
14. Салахутдинова Н. Ч. Применение миварных экспертных систем для диагностики бактериальной устойчивости к антибиотикам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27, № 2. С. 55-73. DOI 10.35330/1991-6639-2025-27-2-55-73. EDN LELPHS.
15. Подопригорова Н. С., Козырев С. А., Подопригорова С. С. и др. Разработка миварной экспертной системы для выбора алгоритма консенсуса распределённых реестров // Проблемы искусственного интеллекта. 2024. № 4(35). С. 126-138. DOI 10.24412/2413-7383-2024-4-126-138. EDN AVXOTO.
16. Торжков М. С., Королева Ю. П., Балдин А. В. и др. Создание миварной экспертной системы для выполнения этических аспектов искусственного интеллекта для скоринга кредитования // Проблемы искусственного интеллекта. 2024. № 4(35). С. 139-150. DOI 10.24412/2413-7383-2024-4-139-150. EDN BHOQXX.
17. Пересыпкина М. А., Жамнова М. С., Румак Д. П. и др. Методика формирования последовательности учебных дисциплин в вузе с использованием миварных экспертных систем // Естественные и технические науки. 2024. № 6(193). С. 278-284. DOI 10.25633/ETN.2024.06.14. EDN KVSXXB.
18. Голобоков А. М., Коханов А. А., Кац И. Д. и др. Комплексная система ИИ на основе миварных и нейронных сетей для обнаружения дефектов продукции на производстве хлебобулочных изделий // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 1(36). С. 27-42. DOI 10.24412/2413-7383-27-42. EDN QAZTYW.
19. Конигина Д. А., Коценко А. А., Варламов О. О. и др. Разработка метода применения нейронных и миварных сетей для определения и подбора комнатных и садовых растений // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2025. Т. 13, № 2(49). DOI 10.26102/2310-6018/2025.49.2.009. EDN QLTZMD.
20. Доу Л. Модель принятия решений для обнаружения пожаров на основе распознавания образов и миварной экспертной системы // Системы управления и информационные технологии. 2025. №3(101). С. 59-65. EDN NJVEWG.
21. Аладин Д. В., Аладина Е. В., Билалов А. К. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025616642 Российская Федерация. ЛИСА Редактор: заявл. 01.03.2025 : опубли. 18.03.2025. EDN ILIALN.
22. Аладин Д. В., Балашов А. М., Гапанюк Ю. Е. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023684948 Российская Федерация. ЛИСА МЛВ: № 2023683700 : заявл. 09.11.2023 : опубли. 21.11.2023. EDN FCIJCA.
23. Аладин Д. В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618424 Российская Федерация. Система верификации миварных моделей : № 2020617729 : заявл. 14.07.2020 : опубли. 28.07.2020. EDN BTIFDI.
24. Коценко А. А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621165 Российская Федерация. База данных трехмерного логического пространства для миварной системы движения автономных роботов : заявл. 11.02.2025 : опубли. 13.03.2025. EDN HYNGEJ.
25. Колпакиди Н. А., Коценко А. А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621255 Российская Федерация. Миварная база знаний для биохимического анализа крови : заявл. 26.02.2025 : опубли. 19.03.2025. EDN XWMPJT.
26. Варламов О. О. Применение миварных технологий логического искусственного интеллекта для создания умных производственных систем // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2025. № 2(38). С. 32-46. DOI 10.25729/ESI.2025.38.2.003. EDN OBQUCX.
27. Тимакова А. А., Смирягин В. А., Курнасов Е. В. и др. Создание миварной экспертной системы для автоматизации выбора частотного преобразователя // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 2(37). С. 91-104. DOI 10.24412/2413-7383-2025-2-37-91-104. EDN OWXTNN.
28. Редько А. В., Тришкин И. С. и др. Миварная экспертная система для подбора электродвигателя // Системы управления и информационные технологии. 2025. № 1(99). С. 94-99. EDN CNPDCU.
29. Демидов А. Н., Черненко В. Д., Вотинцев М. К. и др. Миварная экспертная система для интеллектуализации производства автомобильных колесных дисков // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 1(36). С. 43-57. DOI 10.24412/2413-7383-43-57. EDN HCKKLJ.
30. Антонова А. А. Миварная экспертная система для поддержки принятия решений персонала на производстве планетарных редукторов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2025. Т. 13, № 1(48). DOI 10.26102/2310-6018/2025.48.1.042. EDN UHOLXM.
31. Варламов О. О., Чжан С., Балдин А. В. и др. Разработка миварной экспертной системы для планирования ресурсов цеха и анализа отклонений // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024. Т. 12, № 3(46). DOI 10.26102/2310-6018/2024.46.3.017. EDN LLQDAT.

32. Турчанинов Д. В. Миварная экспертная система для мониторинга безопасности в мегалаборатории // Системы управления и информационные технологии. 2025. № 2-1(100). С. 60-69. EDN RWIREL.
33. Смирнов К. С. МЭС для поддержки принятия решений персонала газоперерабатывающего цеха при добыче жидкой серы // Проблемы искусственного интеллекта. 2025. № 2(37). С. 159-172. DOI 10.24412/2413-7383-2025-2-37-159-172. EDN BBTLNL.

References

1. Varlamov O. O. Evolutionary databases and knowledge bases for adaptive synthesis of intelligent systems. Mivar information space. – Moscow: "Radio i Svyaz", 2002. 286 p. EDN RWTGCP.
2. Varlamov O., Aladin D. A New Generation of Rules-based Approach: Mivar-based Intelligent Planning of Robot Actions (MIPRA) and Brains for Autonomous Robots // Machine Intelligence Research. 2024. Vol. 21, No. 5. P. 919-940. DOI 10.1007/s11633-023-1473-1. EDN TSPUOP.
3. Aladin D. V. Model of a mivar problem-oriented control and decision-making system in state space // Modeling, Optimization and Information Technology. 2025. Vol. 13, No. 4(51). DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.023. EDN YMRGHH.
4. Aladin D. V. A mivar knowledge base model for solving control problems in the state space // Neurocomputers: Development, Application. 2025. Vol. 27, No. 4. pp. 66-71. DOI 10.18127/j19998554-202504-06. EDN WSRHDS.
5. Kotsenko A. A., Matsnev A. A., Denisov A. S. et al. Application of mivar technologies for controlling autonomous agents in a single-player computer game // Natural and technical sciences. 2024. No. 5(192). Pp. 216-224. DOI 10.25633/ETN.2024.05.18. EDN BEXAAF.
6. Gun Sh. Mivar decision-making system for cargo distribution and transportation by a team of warehouse robots // Control Systems and Information Technologies. 2025. No. 2(100). Pp. 23-29. EDN XZHBBF.
7. Gun Sh. Mivar decision-making system for optimized cargo distribution for groups of warehouse robots // Modeling, Optimization and Information Technologies. 2025. Vol. 13, No. 3(50). DOI 10.26102/2310-6018/2025.50.3.047. EDN WJJQXB.
8. Gun Sh. Decision-making model for multitask warehouse robots based on a four-level joint optimization architecture // Problems of Artificial Intelligence. 2025. No. 3(38). pp. 100-112. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-100-112. EDN QHTLGB.
9. Kotsenko A. A. On the development of an MES for decision-making when planning robot actions in a changing environment // Mivar '25: Reports. Moscow: INFRA-M, 2025. pp. 307-309. EDN QNNTAT.
10. Kotsenko A. A. On the approach to the development of an MES for planning robot transition actions in a three-dimensional logical space // Mivar '25: Reports. Moscow: INFRA-M, 2025. pp. 313-315. EDN GFLTUH.
11. Kotsenko A. Application of three mivar logical space models for route planning of autonomous robots // Science, Technology, and Business. Collection of scientific papers of the VII Interuniversity Conference of graduate students, applicants, and young scientists, 2025. pp. 162-172. EDN UXKKPA.
12. Aladin D. V. Method for automatic generation of mivar knowledge bases for solving management problems in state space // Problems of Artificial Intelligence. 2025. No. 3(38). pp. 88-99. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-88-99. EDN PPUIWN.
13. Beketov R. A., Popov S. D., Kuzmin Ya. A. et al. Development of criteria and comparative analysis of LLM for automated generation of mivar knowledge bases // Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region. 2025. No. 5. pp. 95-99. EDN RKQJMV.
14. Salakhutdinova N. Ch. Application of mivar expert systems for the diagnosis of bacterial resistance to antibiotics // Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2025. Vol. 27, No. 2. pp. 55-73. DOI 10.35330/1991-6639-2025-27-2-55-73. EDN LELPHS.
15. Podoprigo-rova N. S., Kozyrev S. A., Podoprigo-rova S. S. et al. Development of a mivar expert system for selecting a consensus algorithm for distributed ledgers // Problems of Artificial Intelligence. 2024. No. 4 (35). pp. 126-138. DOI 10.24412/2413-7383-2024-4-126-138. EDN AVXOTO.
16. Torzhkov M. S., Koroleva Yu. P., Baldin A. V. et al. Creation of a mivar expert system for implementing ethical aspects of artificial intelligence for credit scoring // Problems of Artificial Intelligence. 2024. No. 4 (35). pp. 139-150. DOI 10.24412/2413-7383-2024-4-139-150. EDN BHOQXX.
17. Peresy-pkina M. A., Zhamnova M. S., Rumak D. P. et al. Methodology for Forming a Sequence of Academic Disciplines in a University Using MivaR Expert Systems // Natural and Technical Sciences. 2024. No. 6(193). pp. 278-284. DOI 10.25633/ETN.2024.06.14. EDN KVSXXB.
18. Golobokov A. M., Kokhanov A. A., Kats I. D. et al. An Integrated AI System Based on MivaR and Neural Networks for Detecting Product Defects in Bakery Production // Problems of Artificial Intelligence. 2025. No. 1(36). P. 27-42. DOI 10.24412/2413-7383-27-42. EDN QAZTYW.
19. Konygina D. A., Kotsenko A. A., Varlamov O. O., et al. Development of a method for applying neural and mivar networks to identify and select indoor and garden plants // Modeling, Optimization and Information Technology. 2025. Vol. 13, No. 2(49). DOI 10.26102/2310-6018/2025.49.2.009. EDN QLTZMD.

20. Dou L. Decision-making model for fire detection based on pattern recognition and a mivar expert system // Control Systems and Information Technology. 2025. No. 3(101). P. 59-65. EDN NJVEWG.
21. Aladin D. V., Aladina E. V., Bilalov A. K. et al. Certificate of state registration of the program for electronic warfare M No. 2025616642 Russian Federation. FOX Editor: declared 01.03.2025 : published 18.03.2025. EDN ILIALN.
22. Aladin D. V., Balashov A. M., Gapanyuk Yu. E. et al. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2023684948 Russian Federation. FOX MLV: No. 2023683700 : declared 09.11.2023 : published 21.11.2023. EDN FCIJCA.
23. Aladin D. V. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2020618424 Russian Federation. Mivar Model Verification System: No. 2020617729: declared 14.07.2020: published 28.07.2020. EDN BTIFDI.
24. Kotsenko A. A. Certificate of State Registration of Database No. 2025621165 Russian Federation. Database of Three-Dimensional Logical Space for Mivar System of Autonomous Robot Motion: declared 11.02.2025: published 13.03.2025. EDN HYNGEJ.
25. Kolpakidi N. A., Kotsenko A. A. Certificate of State Registration of Database No. 2025621255 Russian Federation. Mivar Knowledge Base for Biochemical Blood Analysis: declared 26.02.2025 : publ. 19.03.2025. EDN XWMPTJ.
26. Varlamov O. O. Application of mivar technologies of logical artificial intelligence for creating smart production systems // Information and mathematical technologies in science and management. 2025. No. 2 (38). pp. 32-46. DOI 10.25729/ESI.2025.38.2.003. EDN OBQUCX.
27. Timakova A. A., Smiryagin V. A., Kurnasov E. V., et al. Creation of a mivar expert system for automation of frequency converter selection // Problems of artificial intelligence. 2025. No. 2 (37). pp. 91-104. DOI 10.24412/2413-7383-2025-2-37-91-104. EDN OWXTHH.
28. Redko A.V., Trishkin I.S. et al. Mivar expert system for electric motor selection // Control Systems and Information Technologies. 2025. No. 1(99). pp. 94-99. EDN CNPDCU.
29. Demidov A.N., Chernenko V.D., Votintsev M.K. et al. Mivar expert system for intellectualization of automobile wheel rim production // Problems of Artificial Intelligence. 2025. No. 1(36). pp. 43-57. DOI 10.24412/2413-7383-43-57. EDN HCKKLJ.
30. Antonova A. A. Mivar expert system for supporting personnel decision-making in the production of planetary gearboxes // Modeling, Optimization and Information Technology. 2025. Vol. 13, No. 1(48). DOI 10.26102/2310-6018/2025.48.1.042. EDN UHOLXM.
31. Varlamov O. O., Zhang S., Baldin A. V. et al. Development of a mivar expert system for workshop resource planning and deviation analysis // Modeling, Optimization and Information Technology. 2024. Vol. 12, No. 3(46). DOI 10.26102/2310-6018/2024.46.3.017. EDN LLQDAT.
32. Turchaninov D. V. Mivar expert system for safety monitoring in a mega-laboratory // Control Systems and Information Technologies. 2025. No. 2-1 (100). Pp. 60-69. EDN RWIREL.
33. Smirnov K. S. MES for supporting decision-making of gas processing shop personnel during liquid sulfur extraction // Problems of Artificial Intelligence. 2025. No. 2 (37). Pp. 159-172. DOI 10.24412/2413-7383-2025-2-37-159-172. EDN BBTLNL.

RESUME

R.A. Pombas, K.E. Shkodyak, M.A. Berberova, O.O. Varlamov, L.E. Adamova
A mivar decision support system for gas plant personnel

This article focuses on the development of a mivar expert system (MES) to support decision-making by personnel on duty at a gas plant. The duty shift consists of 10 employees, and the personnel work three eight-hour shifts per day. An analysis of the current state of mivar logical AI technologies is conducted, and, based on this analysis, the feasibility and viability of developing and implementing a mivar expert system to support decision-making by gas plant personnel is substantiated.

The gas plant is designed to transport and distribute natural gas for use in the industrial, commercial, and energy sectors. The use of a mivar expert system enables the efficient processing of plant operating data in real time. The mivar knowledge base includes rules for evaluating each piece of equipment. Therefore, the mivar expert system has the potential to significantly improve plant operations, increase labor productivity, reduce downtime and repairs, and mitigate the risk of emergency situations.

The developed mivar expert system can be used both to support decision-making by plant personnel and for their training or testing. In MES, new rules can be added or existing ones modified at any time, since mivar networks have the property of evolution.

РЕЗЮМЕ

Р.А. Помблас, К.Е. Шкодяк, М.А. Берберова, О.О. Варламов, Л.Е. Адамова
**Миварная система поддержки принятия решений
для персонала газового завода**

Статья посвящена разработке миварной экспертной системы (МЭС) для поддержки принятия решений персонала дежурной смены газового завода. Дежурная смена включает 10 должностных лиц, а персонал работает в три смены по 8 часов в сутки. Проведен анализ современного уровня развития миварных технологий логического ИИ и, на основании этого, обоснована возможность и целесообразность разработки и внедрения миварной экспертной системы для поддержки принятия решений персонала газового завода.

Газовый завод предназначен для транспортировки и распределения природного газа для использования в промышленном, коммерческом и энергетическом секторах. Использование МЭС позволяет в реальном времени эффективно обрабатывать данные о функционировании такого завода. Миварная база знаний включает в себя правила для оценок каждого оборудования. Поэтому МЭС имеет потенциал значительно улучшить функционирование завода, повысить производительность труда, сократить простои и ремонты, снизить риски аварийных ситуаций.

Созданная МЭС может использоваться как для поддержки принятия решения работников завода, так и при их обучении или тестировании. В МЭС можно в любое время добавлять новые правила или изменять существующие, так как миварные сети обладают свойством эволюционности.

Помблас Рамон Алехандро, магистр, Институт искусственного интеллекта РТУ МИРЭА, 119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78, телефон +7(926) 276-7645, romblas@gmail.com. *Область научных интересов:* искусственный интеллект, миварные технологии, умные производственные системы, обработка информации, кибернетика. ORCID: 0000-0002-0469-0366.

Шкодяк Карина Евгеньевна, магистр, Институт искусственного интеллекта РТУ МИРЭА, 119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78, телефон +7(926) 276-7645, karina.shkodyak@gmail.com. *Область научных интересов:* искусственный интеллект, миварные технологии, умные производственные системы, обработка информации, кибернетика. ORCID: 0009-0007-4183-238X.

Берберова Мария Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры Промышленной информатики, Институт искусственного интеллекта РТУ МИРЭА, 119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78, телефон +7(926) 276-7645, maria.berberova@gmail.com. *Область научных интересов:* искусственный интеллект, миварные технологии, умные производственные системы, обработка информации, информатика, кибернетика. ORCID: 0000-0002-6357-7929.

Варламов Олег Олегович, доктор технических наук, профессор,
1) главный научный сотрудник АО «НИИ «Вычислительных комплексов»», 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108; 2) заведующий базовой кафедрой № 254 Вычислительных комплексов Института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА, 119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78; 3) профессор кафедры Систем обработки информации и управления МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр.1, телефон +7(926) 276-7645, ovar@narod.ru. *Область научных интересов:* искусственный интеллект, экспертные системы, логика, миварные технологии искусственного интеллекта, обработка информации, принятие решений, распознавание образов, кибернетика, автономные роботы. ORCID: 0000-0002-2858-1383.

Адамова Лариса Евгеньевна, кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры общей психологии и психологии труда, Российский новый университет (РосНОУ), 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 22, телефон +7(926) 276-7645; доцент ГУИМЦ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр.1, телефон +7(926) 276-7645, larisapers@yandex.ru. *Область научных интересов:* психология, обучение, искусственный интеллект, миварные технологии искусственного интеллекта, принятие решений.

Pombblas Ramon Alejandro, Master's student, Institute of Artificial Intelligence, Russian Technical University MIREA, 119454, Moscow, Vernadsky Avenue, 78, phone +7 (926) 276-7645, pombblas@gmail.com. Research interests: artificial intelligence, mivar technologies, smart manufacturing systems, information processing, cybernetics. ORCID: 0000-0002-0469-0366.

Shkodyak Karina Evgenievna, Master's student, Institute of Artificial Intelligence, Russian Technical University MIREA, 119454, Moscow, Vernadsky Avenue, 78, phone +7 (926) 276-7645, karina.shkodyak@gmail.com. Research interests: artificial intelligence, mivar technologies, smart manufacturing systems, information processing, cybernetics. ORCID: 0009-0007-4183-238X.

Berberova Maria Aleksandrovna, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Informatics, Institute of Artificial Intelligence, Russian Technical University MIREA, 78 Vernadsky Prospekt, Moscow, 119454, phone +7(926) 276-7645, maria.berberova@gmail.com. Research interests: artificial intelligence, mivar technologies, smart manufacturing systems, information processing, computer science, cybernetics. ORCID: 0000-0002-6357-7929.

Varlamov Oleg Olegovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, 1) Chief Researcher, JSC Research Institute of Computing Systems, 108 Profsoyuznaya St., Moscow, 117437; 2) Head of the Basic Department No. 254 of Computing Complexes, Institute of Artificial Intelligence, Russian Technical University MIREA, 78 Vernadsky Prospekt, Moscow, 119454; 3) Professor, Department of Information Processing and Control Systems, Bauman Moscow State Technical University, 5, Bldg. 1, 2-ya Baumanskaya St., Moscow, 105005; Phone: +7 (926) 276-7645. ovar@narod.ru. Research interests: artificial intelligence, expert systems, logic, mivar technologies of artificial intelligence, information processing, decision making, pattern recognition, cybernetics, autonomous robots. ORCID: 0000-0002-2858-1383.

Adamova Larisa Evgenievna, PhD in Psychology, Associate Professor, Associate Professor, Department of General Psychology and Occupational Psychology, Russian New University (RosNOU), 22 Radio St., Moscow, 105005, phone +7 (926) 276-7645; Associate Professor, GUIMC, Bauman Moscow State Technical University, 5 2-ya Baumanskaya St., Bldg. 1, Moscow, 105005, phone +7 (926) 276-7645, larisapers@yandex.ru. Research interests: psychology, learning, artificial intelligence, mivar AI technologies, decision making.

Статья поступила в редакцию 16.02.2026