

Особенности применения информационных экспертных систем в металлургии на основе интеллектуальной обработки данных и знаний

*С.Н. Калашиников, Е.А. Мартусевич, В.Н. Буинцев, И.А. Рыбенко,
Д.Ю. Белавенцева*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк

Аннотация: Работа посвящена исследованию основных аспектов применения экспертных систем в отрасли металлургии. Приведен обзор имеющихся актуальных проблем производства, а также рассмотрены перспективы развития автоматических систем принятия решений на основе формализованных экспертных знаний с использованием современных средств обработки данных.

Ключевые слова: производственные процессы, металлургия, управляющие воздействия, экспертные системы, технологический персонал, показатели производства, программная реализация, моделирование, помехи, тренажерные комплексы.

Эффективность производственных процессов напрямую зависит от качества системы управления. Развитие современных средств контроля и управления, а также совершенствование программных алгоритмов управления создают условия для внедрения автоматических систем управления. Однако имеется ряд технологий, где внедрение автоматических систем ограничено ввиду сложности процессов, протекающих в технологических агрегатах наряду с существенным влиянием помех.

К таким многопараметрическим процессам, плохо поддающимся автоматизации, относятся металлургические процессы. В большинстве металлургических агрегатов одновременно происходят различные физико-химические процессы, сопровождающиеся передачей и преобразованием энергии, массо и теплообменом, химическими превращениями, множеством помех и погрешностей контроля основных параметров процесса. В этих условиях основным звеном управления обычно является человек-оператор. От его опыта, устойчивых навыков управления зависят экономические, технологические и производственные показатели работы агрегата, цеха и завода в целом. Устойчивые навыки эффективного управления в металлургии



формируются годами и передаются из поколения в поколение. Однако опытных операторов немного, как правило, 20-30% от общего числа работающих на предприятии. Причем не факт, что опытные операторы управляют процессом абсолютно объективным и оптимальным образом.

В связи с этим, в металлургии всегда актуальной остается задача подготовки и переподготовки операторов сложных технологических процессов, например, таких, как доменное производство чугуна, электросталеплавильное и конвертерное производство стали.

Существующие технологии обучения основываются в основном на традиционных методах обучения: передача знаний и умений в виде лекций и практических аудиторных занятий, приобретение новых навыков управления на реальном работающем технологическом агрегате методом «проб и ошибок», в лучшем случае под наблюдением опытного оператора. В связи с этим, приобретение навыков управления является долгим и экономически затратным процессом. Значительно сократить временные и экономические затраты для приобретения навыков управления возможно за счёт использования компьютерных тренажеров и автоматизированных информационно-обучающих систем.

«Пионерами» тренажеростроения в металлургии была школа профессора В.П. Цымбала из «Сибирского металлургического института», которая в 70-80-е гг. прошлого века разработала, внедрила в учебный процесс высших и средних профессиональных учебных заведений металлургического профиля, а также в отделах технического обучения ряда заводов Украины, Урала и Кузбасса. Так, было разработано и внедрено более 30 тренажерных комплексов с использованием реальной аппаратуры и ЭВМ, обеспечивающих моделирование основных металлургических процессов.

В последние годы, в связи с растущим интересом к тренажерным комплексам со стороны представителей производства и работодателей, на

рынке программных продуктов для ЭВМ появились новые разработки прикладного ПО, учитывающие особенности производственных процессов различных металлургических предприятий.

Например, тренажер разработанный под руководством профессора С.А. Загайнова [1], сталеплавильные тренажеры фирмы ООО «КС Плюс» [2], разработки ученых «Сибирского федерального университета» для цветной металлургии [3], новые разработки сотрудников школы В.П. Цымбала [4, 5].

Анализ представленных работ и тенденция расширения рынка сбыта программных продуктов позволяет сделать вывод о том, что разработка и производство тренажерных комплексов, в настоящее время, остается актуальной задачей. Однако их использование требует знаний высококвалифицированных тренеров-консультантов, так как в противном случае процесс обучения сводится к затратному методу «проб и ошибок», снижая эффективность и качество процесса обучения [6].

Решением этой проблемы может стать разработка роботизированных тренажерных комплексов, использующих экспертные системы для управления процессом обучения. Вместе с тем, известен алгоритм работы оператора при управлении технологическим процессом (рис. 1), отражающий работу оператора для циклического процесса.

- оператор получает задание на технологический период (плавку):
- собирает сведения о технологических ограничениях и начальных условиях (наименование и наличие шихтовых материалов, химический состав и физические характеристики шихты, техническое состояние агрегата);
- с использованием собранных сведений принимает решение на управление процессом, основываясь на технологической инструкции, личного и коллективного опыта коллег-операторов;

- реализует принятое решение и следит (собирает информацию о ходе процесса через КИП, визуальное и аудио наблюдение) за реализацией объекта на эти воздействия;
- по ходу процесса выявляет возникающие отклонения от задания и компенсирует их управляющими воздействиями;
- по достижению заданных технологических параметров (по КИП) производит заключительные операции технологического цикла.

С виду алгоритм не является сложным, однако, все попытки реализовать его без участия человека оказались безуспешными. Обычно автоматические системы, построенные на очень хороших математических моделях и универсальных алгоритмах, рано или поздно сталкиваются с непредвиденными по характеру или амплитуде помехами, что приводит к выпуску бракованной продукции или даже к созданию аварийной ситуации. Учитывая высокую стоимость таких ошибок управления, внедрение автоматических систем на металлургических агрегатах, пока остается проблемным.

Вместе с тем за рубежом, в первую очередь в Северной Америке, успешно ведутся работы по разработке и внедрению в производство так называемых экспертных систем (ЭС), основанных на использовании опыта экспертов-операторов при управлении процессом [7]. Экспертные системы, автоматически решая ряд интеллектуальных задач, относятся к системам с искусственным интеллектом.

Применительно к металлургическому производству, например сталеплавильному, блок-схема может быть представлена в виде, приведенном на рис. 2. В приведенной схеме к интеллектуальным блокам можно отнести: блок оценки технологической ситуации; блок принятия решений, база знаний (БЗ), блок синтеза комментариев.

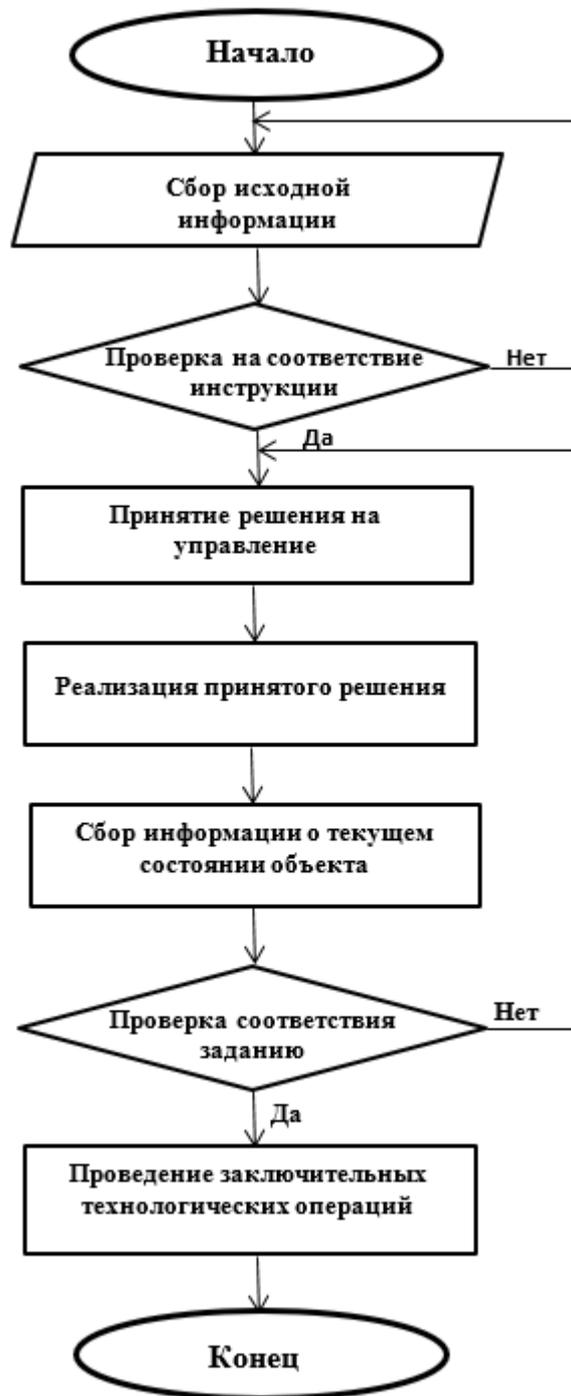


Рис. 1. – Универсальный алгоритм работы оператора

Эксперт – опытный оператор, владеющий знаниями по распознаванию различных технологических ситуаций, использующий систему правил

принятия управленческих решений, а также имеет способность объяснить и аргументировать свои действия.

На сегодняшний день применение экспертных систем в металлургии связано с рядом проблемных трудностей. Основным проблемным блоком в приведенной среде является база знаний. Разработка структуры и наполнение БЗ системой правил для распознавания ситуаций и принятия решений на управление связано с решением ряда задач:

- подбор объективно значимых экспертов-носителей знаний;
- разработка процедуры извлечения знаний (эксперты не хотят и не всегда могут передавать знания);
- формализация полученных знаний для хранения в БЗ;
- разработка системы поиска нужных знаний из БЗ;
- разработка подсистемы пополнения знаний (самообучение).

Из опыта разработки ЭС за рубежом известно, что для создания специализированной экспертной системы, например для конвертерного производства стали, потребуется разработка ряда новых математических моделей процесса, подбор известных или разработка новых способов формализации знаний, в том числе, разработка специфической структуры БЗ, а также организация хранения и извлечения знаний из базы.

Отдельно стоит вопрос наполнения базы знаний в ходе эксплуатации экспертных систем. Зарубежные экспертные системы ориентированы на использование средних и даже больших мощностей ЭВМ, что определяет вытекающие отсюда проблемы реализации экспертных систем в России [8].

Несмотря на это, в отечественной литературе встречаются работы, посвященные решению проблем разработки и использования экспертных систем в производстве [9]. Есть интересные предложения по извлечению

знаний у экспертов способом сжатой формализации знаний, а также обсуждаются проблемы программной реализации на ЭВМ [10] и т.д.

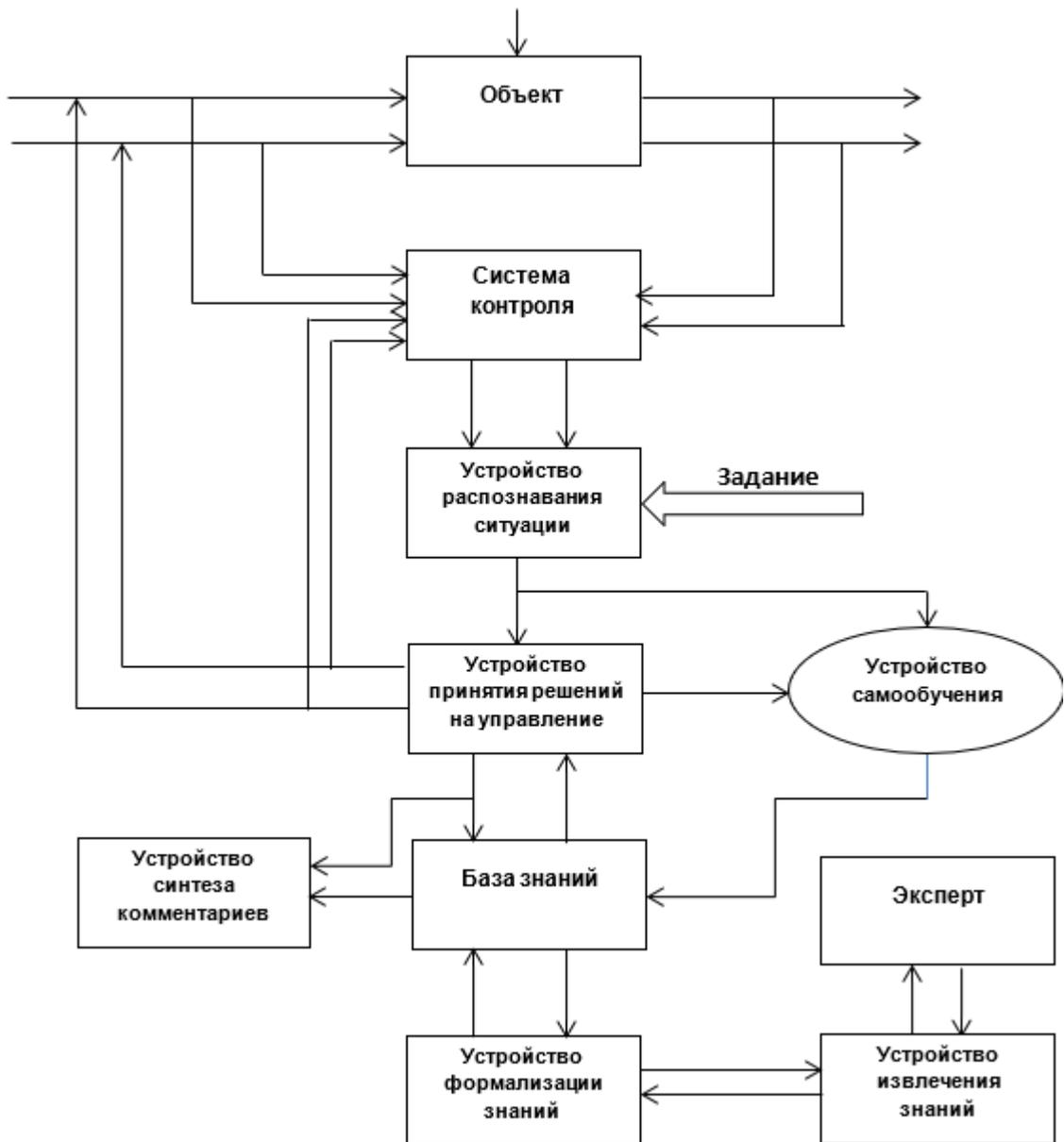


Рис. 2 – Обобщенная блок-схема экспертной системы

Таким образом, актуальность разработки экспертных систем применительно к металлургии является несомненной, но имеет свою специфику и требует решения целого ряда непростых задач.

Примечание: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90087\19.

Note: The reported study was funded by RFBR, project number № 19-37-90087\19.

Литература

1. Загайнов С.А., Филатов С.В., Дагман А.И., Гилева Л.Ю. Использование компьютерных тренинговых систем для повышения квалификации технологического персонала доменных цехов // Статья в сборнике трудов конференций. Екатеринбург (Новокузнецк): «СибГИУ», 2019: «Черная металлургия», ч. 4. С. 448-454.
2. Тренажер-имитатор: Сталевар конвертера. URL: shop.sike.ru/shop/sike-simulator-vyiplavka-stali-v-konvertere.
3. Горенский Б.М., Кирякова О.В., Даныкина Г.Б. Информационные технологии в металлургии // Учебное пособие по циклу лабораторных работ. Красноярск: ВПО «СФУ», 2007. 118 с.
4. Мартусевич Е.А., Буинцев В.Н. Повышение квалификации технологического персонала промышленных предприятий по производству алюминия, с использованием автоматизированной информационно-обучающей системы «Алюминщик» // XX Международная научно-практическая конференция «Металлургия: технологии, инновации, качество №2». 2017. С.71-75.
5. Мартусевич Е.А., Буинцев В.Н., Калашников С.Н. Алгоритмическое и программное обеспечение информационно-обучающей системы «Шихтовщик алюминиевого расплава» // Инженерный вестник Дона. - 2018, №4. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5279
6. Овсянников В.Е., Васильев В.И. Экспертная система проектирования технологического оборудования // Инженерный вестник

Дона, 2015, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2765.

7. Verlinden B., Froyen L. Training in Aluminium Application Technologies [1401 Aluminium Powder Metallurgy] // European Aluminium Association (Belgium), 1993. 26 p.

8. Уотерман Д., Ленат Д., Хейес-Рот Ф. Построение экспертных систем // М.: Мир, 2013. 441 с.

9. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. Производственные системы с искусственным интеллектом // М.: Радио и связь, 2016. 264 с.

10. Билинский, И.Я. Методы и средства преобразования информации // М.: Рига: Зинатне, 2016. 136 с.

References

1. Zagajnov S.A., Filatov S.V., Dagman A.I., Gileva L.YU. Ispol'zovanie komp'yuternyh treningovyh sistem dlya povysheniya kvalifikacii tekhnologicheskogo personala domennyh cekhov [Information technology in metallurgy]. Ekaterinburg (Novokuzneck): «SibGIU», 2019. pp. 448-454.

2. Trenazher-imitator: Stalevar konvertera [Computer programs]. URL: shop.sike.ru/shop/sike-simulator-vyiplyavka-stali-v-konvertere, svobodnyj.

3. Gorenskiy B.M., Kiryakova O.V., Danykina G.B. Informacionnye tekhnologii v metallurgii [Information technology in metallurgy of aluminium]. Krasnoyarsk: VPO «SFU», 2007. 118 p.

4. Martusevich E.A., Buincev V.N. Povyszenie kvalifikacii tekhnologicheskogo personala promyshlennyh predpriyatij po proizvodstvu alyuminiya, s ispol'zovaniem avtomatizirovannoj informacionno-obuchayushchej sistemy «Alyuminshchik» [IOP conference series: materials science and engineering №2], 2017. pp.71-75.

5. Martusevich E.A., Buincev V.N., Kalashnikov S.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5279.



6. Ovsyannikov V.E., Vasil'ev V.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2765
7. Verlinden B., Froyen L. Training in Aluminium Application Technologies [1401 Aluminium Powder Metallurgy]. European Aluminium Association (Belgium), 1993. 26 p.
8. Uoterman D., Lenat D., Hejes-Rot F. Postroenie ekspertnyh system [Development of expert systems]. M.: Mir, 2013. 441 p.
9. Aliev R.A., Abdikeev N.M., SHahnazarov M.M. Proizvodstvennye sistemy s iskusstvennym intellektom [Production computer systems]. M.: Radio i svyaz', 2016. 264 p.
10. Bilinskij, I.YA. Metody i sredstva preobrazovaniya informacii [Information recognition tools]. M.: Riga: Zinatne, 2016. 136 p.