

Е. М. Самойлова, А. А. Игнат'ев

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ

Аннотация.

Актуальность и цели. Применение экспертной системы поддержки принятия решения реального времени позволяет повысить качество принимаемых решений, рост эффективности работы, квалификацию специалистов, проанализировать качество технологического процесса и качество изготавливаемой продукции. Проблема разработки и использования экспертной системы поддержки принятия решения реального времени является весьма актуальной в современном производстве и имеет целью снижение вероятности принятия ошибочного решения и повышения качества функционирования технологического оборудования.

Материалы и методы. Научный и практический интерес представляет вопрос разработки и применения экспертной системы реального времени для повышения эффективности шлифовальной обработки деталей на станке с числовым программным управлением WeissWKG-05 для различных сочетаний обрабатываемых деталей и абразивного инструмента.

Результаты. Приведены результаты практических исследований шлифовальной обработки 85 заготовок в производственных условиях на станке с числовым программным управлением WeissWKG-05, послужившие основой для определения периодичности правки абразивного круга и построения экспертной системы поддержки принятия решения. Разработана структура и построена экспертная система поддержки принятия решения реального времени при контроле эффективности процесса шлифования для различных сочетаний обрабатываемых деталей и абразивного инструмента.

Выводы. Применение экспертной системы позволяет проанализировать качество технологического процесса, увеличить период правки абразивного инструмента более чем в 2 раза с сохранением качества поверхности деталей, что обеспечивает повышение эффективности обработки.

Ключевые слова: экспертная система, автоматизированный станочный модуль, база знаний, база данных, шлифование, модель.

Е. М. Samoylova, A. A. Ignat'ev

APPLICATION OF THE EXPERT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR GRINDING PROCESS CONTROL

Abstract.

Background. The use of the expert decision support system (ESPPR) in real time improves the quality of decision-making, increases efficiency, specialists' qualification, allows to analyze the quality of the process and the quality of manufactured products. The problem of development and usage of ESPPR in real time is a topical one in modern production and aims at reduction of the probability of making wrong decisions, and improvement of the quality of technological equipment.

Materials and methods. Of great scientific and practical interest is development and application of expert real-time systems to improve the efficiency of the grinding

machining on CNC machines Weiss WKG-05 for various combinations of workpieces and abrasive tools.

Results. The work displays the results of practical studies of grinding of 85 workpieces in the production environment of CNC Weiss WKG-05, which served as the basis for determining the frequency of dressing of abrasive wheels and establishing of the expert decision support system (EDSS). The authors developed the structure and the expert decision support system (ESPPR) in real time while controlling the efficiency of the grinding process for various combinations of workpieces and abrasive tools.

Conclusions. The use of ES allows to analyze the quality of the technological process, to increase the frequency abrasive tool dressing more than 2 times while maintaining the quality of details' surface that enhances the effectiveness of treatment.

Key words: expert system, automated machine module, knowledge base, database, grinding model.

Введение

Применение интеллектуальных систем (ИС) и технологий (ИТ) охватывает в настоящее время не только такие сложные технические объекты, как летательные аппараты и интеллектуальные роботы (ИР), но и производственное оборудование и бытовую технику [1–3]. Принципы построения различных ИС и математический аппарат ИР рассмотрены в ряде работ отечественных и зарубежных ученых [4–7]. Здесь следует отметить, что практическое применение ИТ в области машиностроения пока еще не имеет широкого распространения, что снижает эффективность производства.

В связи с изложенным научный и практический интерес представляет вопрос разработки и применения экспертной системы для повышения эффективности шлифовальной обработки деталей на станке с числовым программным управлением (ЧПУ) WeissWKG-05. Исследования процесса шлифования на указанном станке малогабаритных валов показали [8], что в такую важную операцию, как процесс правки абразивного круга, могут быть внесены существенные изменения, касающиеся периодичности правки. Дело в том, что в производственных условиях по технологическому регламенту правка круга осуществляется через 30 деталей. Результаты исследований (рис. 1) показали, что период правки можно увеличить и осуществлять ее через 75 деталей с сохранением заданного качества обработки.

Данный вывод был сделан на основе обучающего эксперимента, реализующего следующую методику контроля процесса шлифования:

1) осуществляется контроль и запись на Notebook виброакустических (ВА) колебаний динамической системы (ДС) станка при шлифовании каждой пятой детали виброизмерителем ВШВ-003М№ в частотном диапазоне до 4 кГц;

2) выполняется измерение параметров качества контрольных деталей (волнистость, овальность, корсетность, однородность структуры поверхностного слоя);

3) по данным измерений ВА колебаний производится идентификация ДС станка, т.е. по специальной программе определяется передаточная функция ДС при обработке каждой контрольной детали, на основе которой вычисляется запас устойчивости (H) ДС;

4) по мере износа круга и при соответствующем снижении запаса устойчивости вычисляется тренд этого показателя и при сопоставлении с допустимыми значениями параметров качества деталей устанавливается критическое значение запаса устойчивости $H_{кр}$, при котором произойдет разладка технологического процесса ($H \approx H_{кр}$), делается прогноз на номер детали, после которой необходима правка круга.

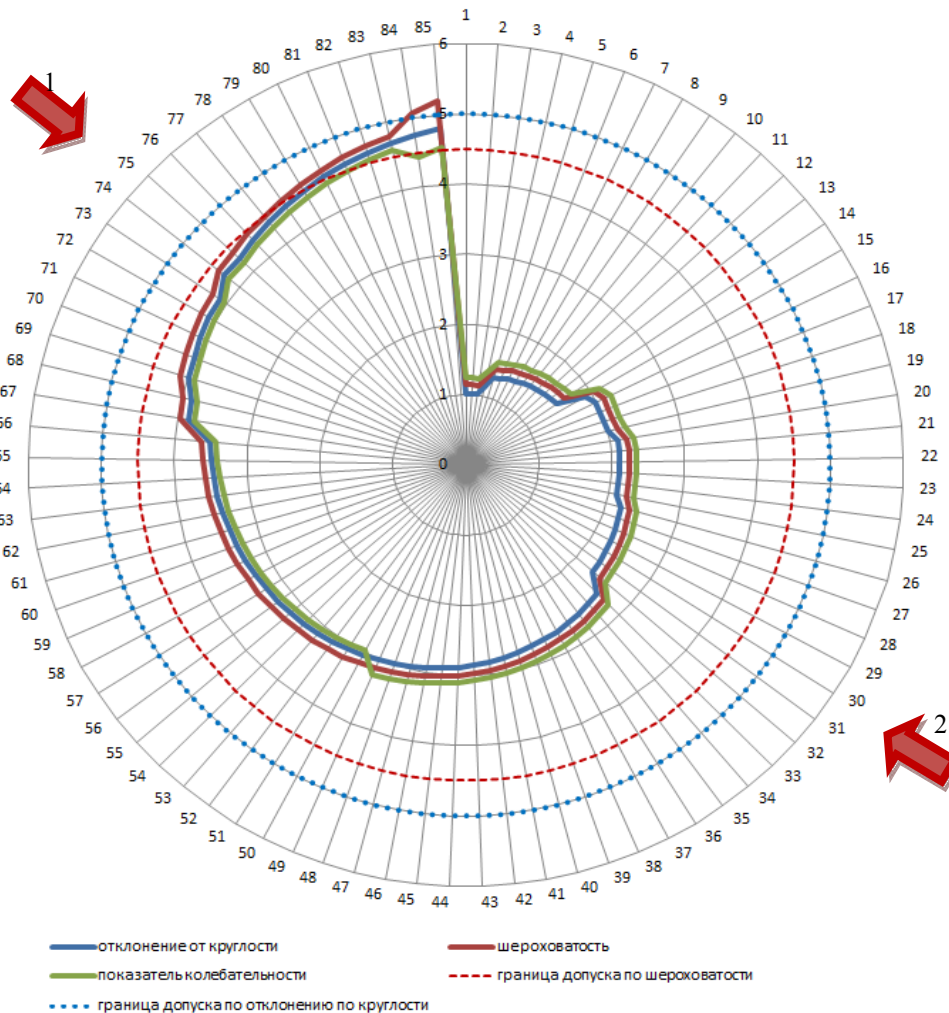


Рис. 1. Сравнительный анализ результатов измерений точности обработки деталей (по окружности указаны номера 85 деталей): 1 – рекомендуемый момент правки абразивного круга; 2 – момент правки по принятому технологическому процессу

Используя результаты применения изложенной методики, наладчик (оператор) станка с ЧПУ устанавливает период правки путем коррекции программы обработки.

Полученные данные служат основой для построения экспертной системы (ЭС) поддержки принятия решения (ЭСППР) при контроле эффективности процесса шлифования для различных сочетаний обрабатываемых деталей

и абразивного инструмента (рис. 2), так как осуществляет идентификация объекта, создается база знаний (БЗ), включающая в себя базу правил (БП) и базу данных (БД), механизм логического вывода (МЛВ) и блок объяснений, что позволяет лицу, принимающему решение (ЛПР), оперативно реагировать на изменяющиеся условия осуществления технологического процесса (ТП) посредством изменения периодичности правки круга. Предлагаемая ЭС может рассматриваться как ЭС реального времени [5], так как содержит помимо традиционных составляющих структуры ЭС: реальный объект управления (ОУ), подсистему связи с внешним миром, подсистему моделирования внешнего мира и непрерывную составляющую управляющей части системы, а также как ЭС ситуационного управления [1].

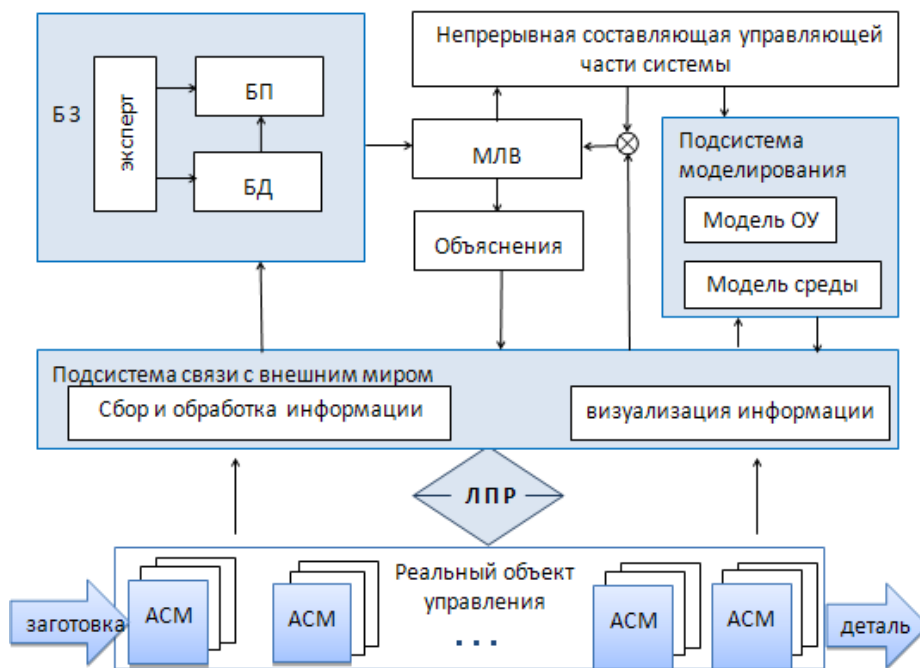


Рис. 2. Структура ЭСПР реального времени

Подсистема моделирования является достаточно автономной, но важнейшей частью ЭС. На этапе разработки она используется вместо объектов реального мира для имитации показаний датчиков, так как проводить отладку на реальных объектах может оказаться слишком дорого, а иногда и небезопасно. На этапе эксплуатации ЭС процедуры моделирования выполняются параллельно функциям мониторинга и управления процессом, что обеспечивает следующие возможности:

- 1) верификация показаний датчиков во время исполнения приложения;
- 2) подстановка модельных значений переменной при невозможности получения реальных (выход из строя датчиков или длительное время получения ответа на запрос).

Играя роль самостоятельного агента знаний, подсистема моделирования повышает жизнеспособность и надежность приложений на базе экспертной системы реального времени (ЭСРВ).

Учитывая, что динамическая ЭС характеризуется жесткими ограничениями на время получения решения и на объем выделяемой программе памяти, необходимо реализовать подсистему вывода так, чтобы ЭС работала достаточно быстро, а БЗ занимала минимальный объем памяти. Это реализуется применением динамических списков и массивов.

Подсистема связи с внешним миром преобразует сигналы от датчиков во внутренние понятия ЭС реального времени, отображая на экране как динамически изменяющееся состояние системы, так и значения параметров (рис. 3).

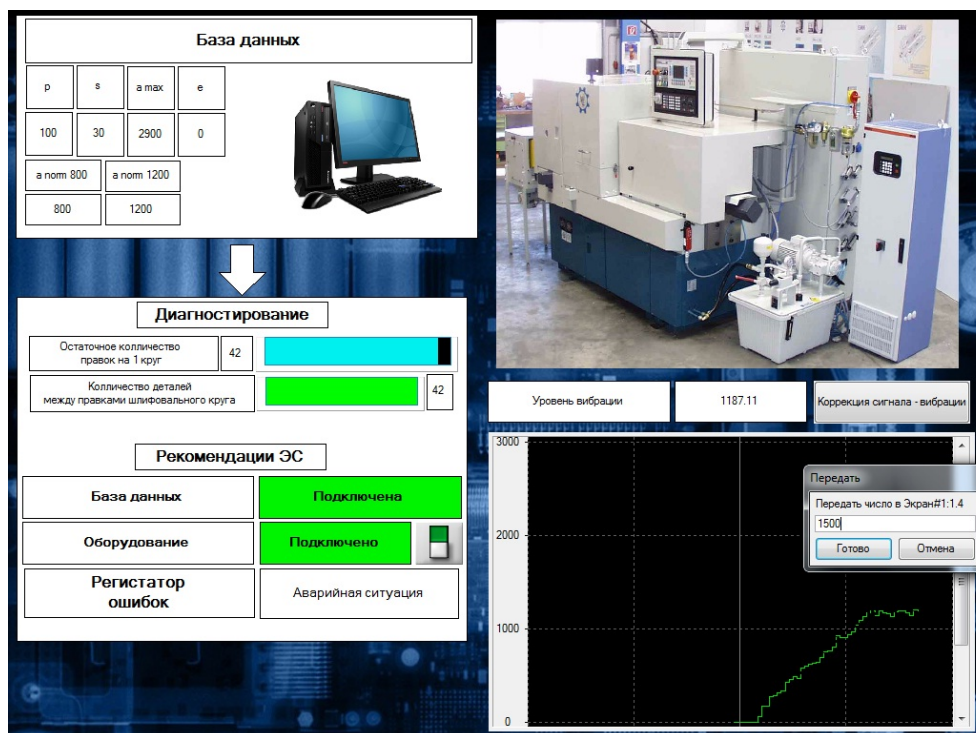


Рис. 3. Рабочий экран программного модуля ЭСППР

Входные значения представлены как в виде цифровых данных, поступающих в режиме реального времени с датчика на станке с ЧПУ, отражающихся на мнемосхеме (рабочем экране) и записывающихся в базу данных экспертной системы, так и справочных данных, хранящихся на SQL-сервере, с возможностью их корректировки и перезаписи. Выходные значения отражаются в виде графиков и численных значений на рабочем экране в реальном времени. В режиме редактирования БД автоматически обновляется. Связь осуществляется при помощи SQL-сервера. Обновление осуществляется путем отправки SQL-запроса на обновление данных на сервер, где располагается БД.

Заключение

Применение ЭС позволяет проанализировать качество технологического процесса, увеличить период правки абразивного инструмента более чем

в 2 раза с сохранением качества поверхности деталей, что обеспечивает повышение эффективности обработки. Проблема разработки и использования ЭСППР реального времени является весьма актуальной в современном производстве и имеет целью снижение вероятности принятия ошибочного решения и повышение качества функционирования технологического оборудования.

Список литературы

1. **Васильев, В. И.** Интеллектуальные системы управления. Теория и практика / В. И. Васильев, Б. Г. Ильясов. – М. : Радиотехника, 2009. – 392 с.
2. Искусственный интеллект: Применение в интегрированных производственных системах / под ред. Э. Кьюсиака ; пер. с англ. А. П. Фомина. – М. : Машиностроение, 1991. – 544 с.
3. **Игнатьев, А. А.** Интеллектуализация мониторинга технологического процесса производства деталей точного машиностроения / А. А. Игнатьев, Е. М. Самойлова, С. А. Игнатьев. – Саратов : Изд-во СГТУ, 2013. – 119 с.
4. Системы искусственного интеллекта. Практический курс / В. А. Чулюков, И. Ф. Астахова, А. С. Потапов, И. Л. Каширина, Л. С. Миловская. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 292 с.
5. **Советов, Б. Я.** Интеллектуальные системы и технологии / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – М. : Академия, 2013. – 320 с.
6. Методы и технологии искусственного интеллекта / пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М. : Горячая линия – Телеком, 2010. – 520 с.
7. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов. – М. : Наука, 2006. – 333 с.
8. **Игнатьев, А. А.** Экспериментальное исследование процесса шлифования валов по автокорреляционным функциям виброакустических колебаний для идентификации динамической системы шлифовального станка / А. А. Игнатьев, Д. В. Козлов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – № 1 (69). – С. 160–165.

References

1. Vasil'ev V. I., Il'yasov B. G. *Intellektual'nye sistemy upravleniya. Teoriya i praktika* [Intelligent control systems. Theory and practice]. Moscow: Radiotekhnika, 2009, 392 p.
2. *Iskusstvennyy intellekt: Primenenie v integrirrovannykh proizvodstvennykh sistemakh* [Artificial intelligence: application in integrated production systems]. Ed. by E. K'yusiaka; transl. from English by A. P. Fomin. Moscow: Mashinostroenie, 1991, 544 p.
3. Ignat'ev A. A., Samoylova E. M., Ignat'ev S. A. *Intellektualizatsiya monitoringa tekhnologicheskogo protsessa proizvodstva detaley tochnogo mashinostroeniya* [Intellectualization of monitoring of the technological process of parts production in precise mechanical engineering]. Saratov: Izd-vo SGTU, 2013, 119 p.
4. Chulyukov V. A., Astakhova I. F., Potapov A. S., Kashirina I. L., Milovskaya L. S. *Sistemy iskusstvennogo intellekta. Prakticheskiy kurs* [Systems of artificial intelligence. Practical course]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2008, 292 p.
5. Sovetov B. Ya., Tsekhanovskiy V. V., Chertovskoy V. D. *Intellektual'nye sistemy i tekhnologii* [Intelligent systems and technologies]. Moscow: Akademiya, 2013, 320 p.
6. *Metody i tekhnologii iskusstvennogo intellekta* [Methods and technologies of artificial intelligence]. Transl. from Polish by I. D. Rudinskiy. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom, 2010, 520 p.

7. Makarov I. M., Lokhin V. M., Man'ko S. V., Romanov M. P. *Iskusstvennyy intellekt i intellektual'nye sistemy upravleniya* [Artificial intelligence and intelligent control systems]. Moscow: Nauka, 2006, 333 p.
8. Ignat'ev A. A., Kozlov D. V. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Samara Technical University]. 2013, no. 1 (69), pp. 160–165.

Самойлова Елена Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра автоматизации, управления,
мехатроники, Саратовский
государственный технический
университет имени Ю. А. Гагарина
(Россия, г. Саратов,
ул. Политехническая, 77)

E-mail: atp@sstu.ru

Samoylova Elena Mikhaylovna

Candidate of engineering sciences, associate
professor, sub-department of automation,
control, mechatronics, Yuri Gagarin
State Technical University of Saratov
(77 Politekhnikeskaya street,
Saratov, Russia)

Игнатьев Александр Анатольевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра автоматизации, управления,
мехатроники, Саратовский
государственный технический
университет имени Ю. А. Гагарина
(Россия, г. Саратов,
ул. Политехническая, 77)

E-mail: atp@sstu.ru

Ignat'ev Aleksandr Anatol'evich

Doctor of engineering sciences, professor,
sub-department of automation, control,
mechatronics, Yuri Gagarin State
Technical University of Saratov
(77 Politekhnikeskaya street,
Saratov, Russia)

УДК 621 004.891

Самойлова, Е. М.

Применение экспертной системы поддержки принятия решения для управления процессом шлифования / Е. М. Самойлова, А. А. Игнатьев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2016. – № 1 (37). – С. 131–137.