

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С АДАПТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Шигина А.А.¹, Ступина А.А.¹, Шигин А.О.¹

¹ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия (660025, Красноярск, пер. Вузовский, 3), e-mail: shigina_a@mail.ru; e-mail: shigin27@rambler.ru.

Установлены основные задачи концепции проблемы управления структурной динамикой сложных технических объектов. Определена структура типовой математической модели интеллектуальной системы управления. Обоснована необходимость использования в буровых станках автоматизированной интеллектуальной системы с адаптивным элементом, обеспечивающей быстрое своевременное реагирование системы на изменение свойств объекта воздействия и поддержание скорректированных параметров функционирования технической системы «Буровой станок – шарошечное долото – горная порода» в оптимальном соотношении. Выполнение интеллектуальной системой указанных задач позволит снизить затраты на бурение и повысить эффективность функционирования данной технической системы. Выявлены преимущества предлагаемой системы перед типовой автоматизированной системой управления. Разработаны структурная модель и принципиальная схема функционирования предлагаемой системы. Описан алгоритм функционирования автоматизированной интеллектуальной системы с адаптивным элементом.

Ключевые слова: автоматизированная интеллектуальная система, техническая система, адаптивный элемент, система мониторинга и управления.

FUNCTIONING ANALYSIS OF COMPUTER-AIDED INTELLIGENT SYSTEM WITH ADAPTIVE ELEMENT

Shigina A.A.¹, Stupina A.A.¹, Shigin A.O.¹

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia (660025, Krasnoyarsk, Vuzovsky Lane, 3), e-mail: shigina_a@mail.ru; shigin27@rambler.ru.

The main objectives of the problem management concept by structural dynamics of complex technical objects are established. The structure of standard mathematical model of intelligent controlling system is defined. Need of use for drilling rigs of the computer-aided intelligent system with the adaptive element. This system provide the fast timely response to change of working object characteristics and corrected parameters maintenance of technical system "Drilling Rig - Roller Bit - Rock" functioning in an optimum ratio. Performance by intelligent system of the specified tasks will allow to lower costs of drilling and to increase functioning efficiency of this technical system. Advantages of offered system before a standard automated control system are revealed. The structural model and the functioning schematic diagram of offered system are developed. The functioning algorithm of the computer-aided intelligent system with adaptive element is described.

Keywords: computer-aided intelligent system, engineering system, adaptive element, environmental monitoring and controlling system.

Введение

Важную роль в автоматизации и управлении технологическими процессами в объектах горнодобывающей промышленности играют системы управления. Проблема построения таких систем в настоящее время достаточно актуальна, так как повышение эффективности управления невозможно без использования автоматизированных систем управления (АСУ), основанных на применении информационных технологий и прогрессивных математических моделей управления [4, 10].

Однако современные АСУ буровых станков не позволяют своевременно реагировать на изменение свойств объекта воздействия (горной породы), подстраивать режимы работы и

компенсировать возмущения при функционировании сложной технической системы “Буровой станок – шарошечное долото – горная порода” (далее – объект управления или С-Д-П), что приводит к снижению ее эффективности [5]. Кроме того, в современных АСУ отсутствует возможность принимать решения об изменении параметров при изменяющихся свойствах объекта, а также баз знаний в виде специальных математических моделей, отражающих протекающие в системе информационные процессы, что не позволяет учесть все многообразие и сложность задач, возникающих в процессе функционирования АСУ. Обеспечение заданных требований по оперативности (своевременности) и точности передачи информации является основополагающим условием повышения качества управления объектом и процессом.

Цель настоящей статьи – обосновать необходимость использования в буровых станках автоматизированной интеллектуальной системы (АИС) с адаптивным элементом для увеличения ресурса дорогостоящего бурового инструмента до двух раз, повышения эффективности и удешевления процесса бурения.

Исследуемая АИС позволит своевременно отследить изменение свойств объекта воздействия в процессе функционирования объекта управления (осуществление мониторинга), определить его прогнозируемый ресурс, осуществить корректировки режимных параметров в постоянном режиме, а также обеспечит успешное решение задач при априорной неполноте и нечеткости исходных данных, вариабельности и неточности характеристик исследуемого объекта воздействия.

Применение разработанных методик расчета ресурса, оптимальной производительности и удельных затрат на осуществление технологического процесса, контроль и учет данных рекомендаций позволят повысить эффективность функционирования технической системы С-Д-П и снизить эксплуатационные затраты в условиях непрогнозируемых изменяющихся свойств объекта воздействия и ударных нагрузок [8]. Применение указанных методик необходимо в целях реализации конкретного алгоритма и получения определенного прогнозируемого результата функционирования технической системы.

Управление структурной динамикой сложных технических систем

Перспективным направлением развития искусственного интеллекта стали работы по основам теории управления структурной динамикой сложных технических систем [2, 9-10]. Направление предлагает использовать комплексы с различными моделями, комбинированные методы и алгоритмы, а также разработку интеллектуальной технологии автоматизированного проектирования систем мониторинга и управления сложных технических объектов в различных условиях изменения обстановки.

Процесс мониторинга и управления анализирует переход структуры системы из одного состояния в другое под действием различного рода причин (воздействий внешней среды, конфликтующих систем и т.д.).

Место теории управления структурной динамикой сложных технических систем определяется как интеграция искусственного интеллекта с системным анализом, исследованием операций, теорией управления и теорией систем, т.е. требует междисциплинарных исследований [2]. Концепция проблемы управления структурной динамикой сложных технических объектов сводится к решению следующих основных задач:

- анализ структурной динамики сложной технической системы;
- оценивание структурного состояния системы;
- выбор оптимальных программ управления и регулирования структурной динамики системы.

Для обобщенной интеллектуальной системы обычно используют структуру, которая взаимодействует с внешней средой и в процессе получения от нее необходимой информации формирует цель действия и анализирует воздействия на систему (физические и информационные). Определяющими элементами системы управления в этом случае являются интеллектуальный преобразователь и базовая система управления [3].

В случае использования в системе управления искусственного интеллекта в качестве интеллектуального преобразователя реализуются [3] экспертные системы, ситуационное управление, управление структурной динамикой сложных технологических [2] и других интеллектуальных систем и их элементов.

Математическая модель интеллектуальной системы управления состоит из трех частей:

- интеллектуального преобразователя;
- объекта управления;
- управляющего устройства системы (вычислительных и преобразующих и исполнительных устройств).

Интеллектуальный преобразователь изменяет информацию о внешней среде и объекте управления и трансформирует в сигналы воздействия на управляющие устройства системы [3]. Для формирования воздействий на систему управления объектом в этом преобразователе используется блок принятия решения.

Важнейшим качеством элементов и среды в целом является способность к адаптивным изменениям своего состояния. В достижении адаптивного состояния необходимо иметь в виду, что в случае движения системы под прямым воздействием движущих внешних сил (сигнального воздействия) направление адаптивного движения

системы predetermined, а при движении системы под опосредованным влиянием внешних сил требуется периодическое прерывание адаптивного движения для определения направления корректирующего действия.

Функционирование типовой АСУ и АИС с адаптивным элементом

Классическая схема автоматизированной системы управления включает управляемый объект и управляющую систему, находящиеся в некоторой окружающей среде и взаимодействующие друг с другом за счет управляющих и обратных связей [1] (рис. 1).

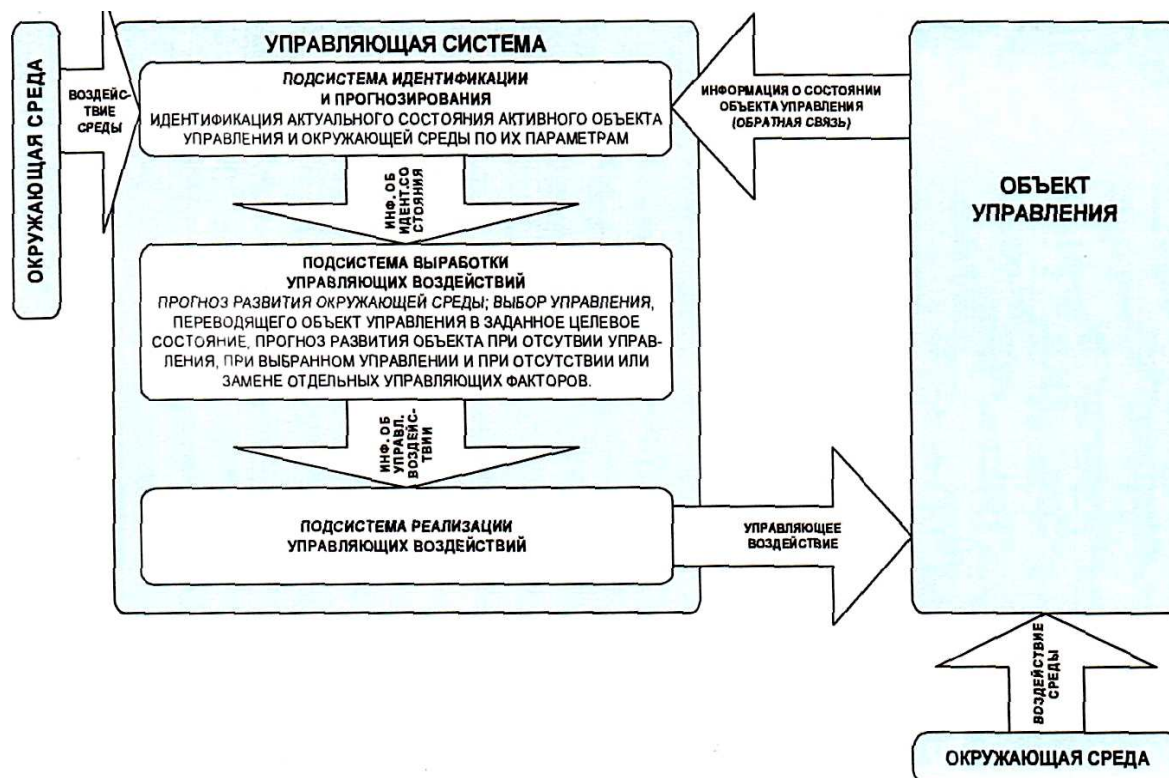


Рис. 1. Структура типовой АСУ

В отличие от приведенной АСУ, которая нашла широкое применение в различных областях промышленности, для автономной работы бурового станка необходимо применение интеллектуальной системы, которая наряду с основными функциями позволяет отслеживать информационный поток об изменяющихся случайным образом свойствах горной породы. Для осуществления на базе бурового станка интеллектуального автоматизированного управления в аппаратном комплексе системы должен содержаться адаптивный элемент электромагнитного типа, который одновременно сглаживает случайные ударные нагрузки и позволяет получить быстрый обратный сигнал о времени и величине удара. Структурная модель предлагаемой АИС с адаптивным элементом представлена на рисунке 2.

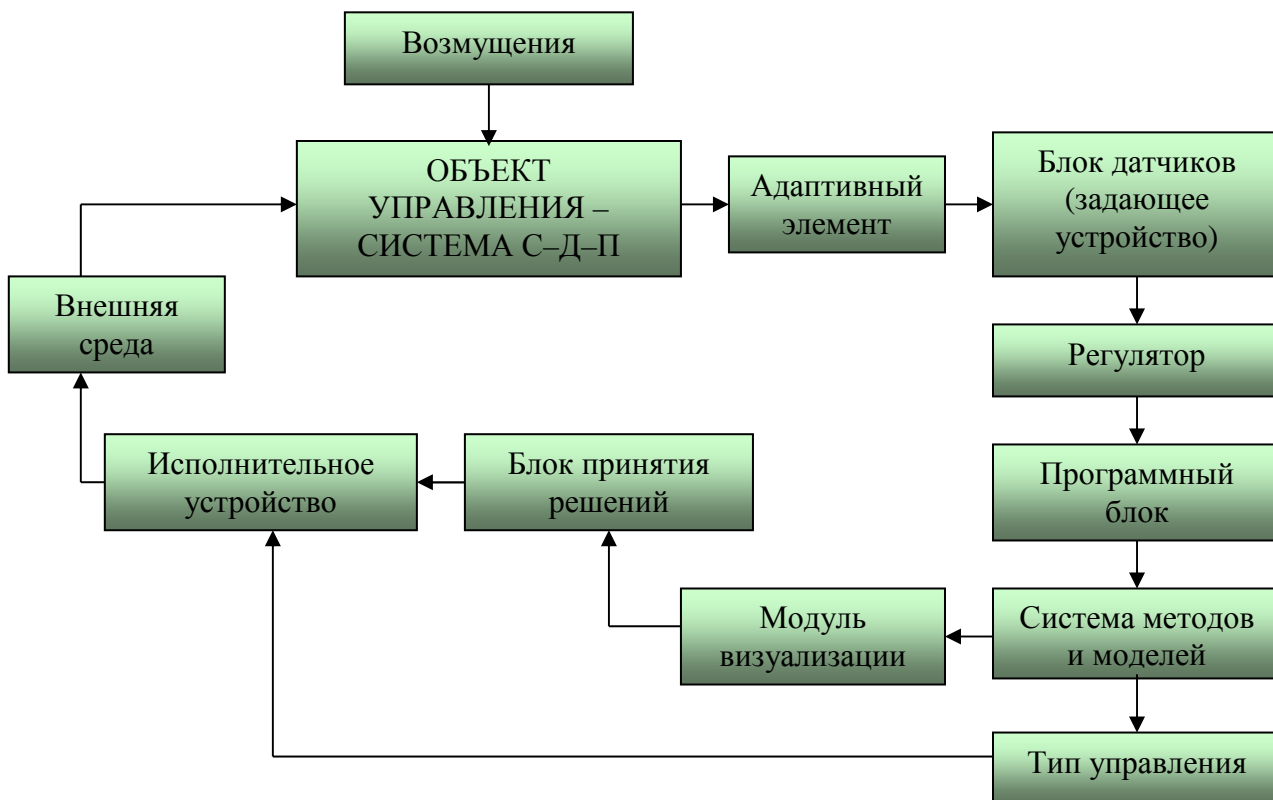


Рис. 2. Структурная модель предлагаемой АИС с адаптивным элементом

Принципиальная схема функционирования предлагаемой АИС представлена на рисунке 3.

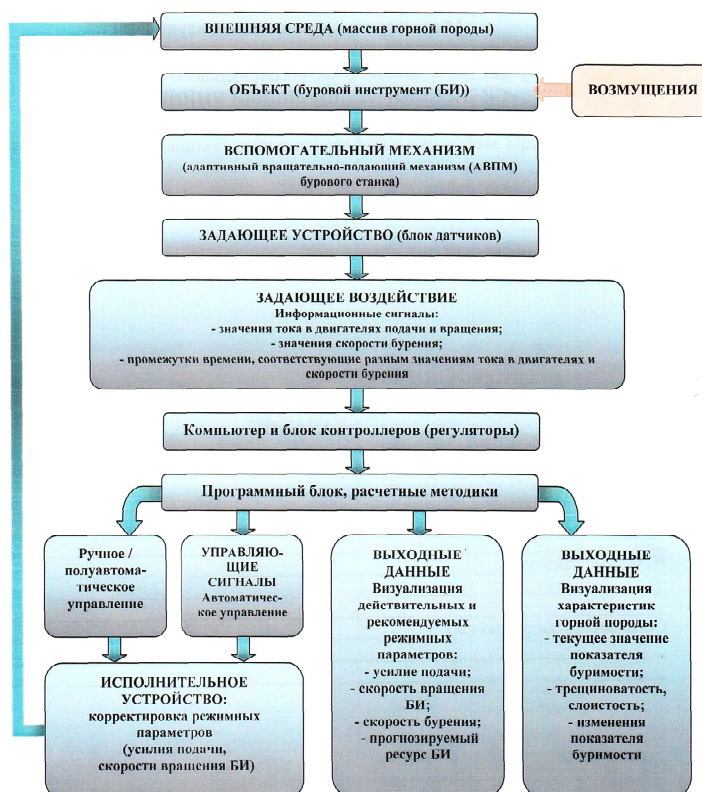


Рис. 3. Принципиальная схема функционирования АИС с адаптивным элементом

Эта система функционирует по следующему алгоритму. Внешняя среда (массив

горной породы: свойства буримых пород и их непрогнозируемые изменения) воздействует на процесс функционирования объекта (бурового инструмента) [7]. Данная система предполагает включение адаптивного вращательно-подающего механизма (вспомогательного адаптивного элемента) бурового станка [6], блока датчиков, компьютера и блока контроллеров. На объект также воздействуют возмущения, не зависящие от системы управления: ударная нагрузка (причина изменения режима работы бурового станка), помехи (вибрации, уровень запыленности, температура, ошибки приборов, сбой в системе управления). Данный адаптивный элемент позволяет сглаживать эти непрогнозируемые возмущения.

Для анализа входной информации об изменении физико-механических характеристик горной породы датчики (задающее устройство) посылают в компьютер информационные сигналы об изменениях скорости бурения и тока в статоре адаптивного механизма (задающее воздействие). В компьютере эти информационные сигналы преобразуются в управляющие (информацию о действительных характеристиках горной породы и режимных параметрах) при помощи блока контроллеров (регуляторов, управляющих устройств), предназначенных для сглаживания кратковременных отклонений и реализации процесса управления и программного блока, который содержит разработанные расчетные методики (реализация алгоритма управления). Затем управляющие сигналы направляются к исполнительному устройству, реализующему принятое решение и способствующему изменению соответствующих режимных параметров (автоматическое регулирование). По этим методикам определяется прогнозируемый ресурс бурового инструмента и удельные затраты на бурение, соответствующие действительным значениям режимных параметров и свойств породы. Из этой же информации определяются оптимальная скорость бурения и режимные параметры (выходные данные). Для улучшения качественных характеристик системы действительные значения сравниваются с оптимальными и автоматически изменяются с помощью корректирующих устройств.

По обратной связи осуществляется быстрая передача информации (сотая доля секунды) о текущих режимных параметрах объекта управления от объекта управления к управляющей части. После корректирующих воздействий адаптивный вращательно-подающий механизм работает во вновь заданных режимах и осуществляет подачу и вращение бурового инструмента с необходимым усилием и скоростью. Буровой инструмент проходит сквозь массив горной породы с заданной скоростью до очередного изменения характеристик горной породы. Расчетные значения выводятся на приборную панель с помощью модуля визуализации, предназначенного для демонстрации результатов моделирования и последующего контроля оператора.

Заключение

Подводя итог, можно отметить необходимость использования в буровых станках АИС с адаптивным элементом для быстрого своевременного реагирования системы на изменение свойств объекта воздействия и последующей корректировки и поддержания параметров функционирования объекта управления в оптимальном соотношении.

В дальнейшем, применение такой АИС позволит снизить эксплуатационные затраты на процесс бурения в условиях неопределенности и, как следствие, повысить эффективность функционирования технической системы.

Список литературы

1. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом) / Е.В. Луценко. – Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ, 2009. – 536 с.
2. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. – М.: Наука, 2006. – 410 с.
3. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 348 с.
4. Сащенко Н.Н. Интеллектуальная адаптивная система передачи информации в распределенных автоматизированных системах управления; дис... канд. техн. наук. – Владимир, 2006. – 166 с.
5. Ступина А.А., Шигина А.А., Шигин А.О. Анализ эффективности функционирования многопараметрической системы // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2013. - № 2 (48). – С. 94-100.
6. Шигин А.О. Адаптивный вращательно-подающий механизм бурового станка для снижения непрогнозируемых нагрузок при бурении сложноструктурных пород // Горный журнал. – 2013.- № 7. – С. 79-83.
7. Shigina A.A., Shigin A.O., Stupina A.A. System of Indicators for Estimating the Efficiency of Boring Rigs // Global Science and Innovation [Text] : materials of the I International Scientific Conference, Vol. II (Chicago, December 17-18th, 2013) / publishing office Accent Graphics communications – Chicago – USA, 2013. – p. 471-480.
8. Stupina A.A. Control and management by resource of rolling cutter bits in drilling rock massif // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2014. Vol. 1, № 21. – P. 84-90.

9. Vespignani A. Modelling dynamical processes in complex socio-technical systems // Nature Physics. – 2012. № 8. – P. 32-39.

10. Zaitsev K.S. Using group technology to plan data processing in computer-aided control system // Automatic and Remote Control. – 2003. Vol. 9, № 64. – P. 1507-1512.

Рецензенты:

Гилев А.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Горные машины и комплексы» ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;

Антамошкин А.Н., д.т.н., профессор, профессор кафедры системного анализа и исследования операций ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск.