

Разработка интегрированной системы управления для предприятий машиностроительной отрасли по ремонту горного оборудования

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-1-26-29>

ЗЕНЬКОВ И.В.

доктор техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
профессор Сибирского государственного университета
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
ведущий научный сотрудник
Федерального исследовательского центра
информационных и вычислительных технологий,
660041, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

МОРИН А.С.

доктор техн. наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, Россия

ВОКИН В.Н.

канд. техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Е.В.

канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

МАКУШКИН Д.О.

канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

В статье представлены основные положения по внедрению интегрированных систем управления производством на машиностроительных предприятиях по ремонту горных машин в условиях рыночной экономики. Разработан алгоритм управления производством, являющийся ядром интегрированной системы. Созданная система управления при внедрении на предприятиях будет способствовать повышению их конкурентности на рынке услуг по ремонту горного оборудования.

Ключевые слова: ремонт горных машин, ремонтно-механический завод, интегрированная система управления производством, резервы производства, производственные и трудовые ресурсы, инвестиции в основной капитал.

Для цитирования: Разработка интегрированной системы управления для предприятий машиностроительной отрасли по ремонту горного оборудования / И.В. Зеньков, А.С. Морин, В.Н. Вокин и др. // Уголь. 2021. № 1. С. 26-29. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-1-26-29.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в пяти горнодобывающих регионах Сибирского федерального округа (Новосибирская, Кемеровская, Иркутская области, Красноярский край, Республика Хакасия) ежегодно в карьерах перерабатывают горные породы объемом не менее 3,1 млн т. Количество горных и транспортных машин, по нашей оценке, составляет 5425 ед., из них 1052 карьерных одноковшовых экскаватора. Суммарная стоимость последних находится в диапазоне 38-40 млрд руб. Ежегодные амортизационные отчисления предусматривают проведение всех видов ремонта экскаваторов на общую сумму не менее 4 млрд руб. Из имеющегося парка горнотранспортного оборудования наиболее трудоемкими и затратными являются ремонты экскаваторов. Ремонты агрегатов и узлов экскаваторов проводят как в механических мастерских, так и на крупных ремонтно-механических заводах, имеющих отраслевую принадлежность. Повышение конкурентоспособности ремонтно-механических заводов на рынке услуг по ремонту горного оборудования может быть достигнуто за счет трансформации существующих систем управления, в которых необходимо отразить широкий спектр хозяйственной деятельности промышленных предприятий. Эта тематика приобретает большую актуальность в работе предприятий в условиях рыночной экономики. Обзор специальной литературы, выборочно представленной в списке, указывает на отсутствие решений в области разработки интегрированных систем управления для крупных ремонтно-механических заводов, работающих на рынке услуг по ремонту горного оборудования [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КАК ОСНОВЫ ЯДРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ПО РЕМОНТУ ГОРНЫХ МАШИН

В исследуемых горнодобывающих регионах Сибирского федерального округа исторически ремонт агрегатов и узлов карьерных экскаваторов производился на ремонтно-механических заводах, принадлежащих крупным производственным объединениям по добыче угля. Большое количество горной техники, требующей проведения восстановления, не позволяло проводить политику оказания ремонтных услуг горнодобывающим предприятиям, имеющим другую отраслевую принадлежность. С началом перехода экономики России на рыночные рельсы при возникновении новых форм собственности необходимо пересмотр маркетинговой политики в области производства ремонтных работ в горнодобывающем секторе, направленной на привлечение сторонних заказов. В настоящее время практически все ремонтно-механические заводы работают с небольшим отклонением в ту или иную сторону от точки безубыточности.

В новых условиях считаем целесообразным переход на управление предприятиями по ремонту горного оборудования путем создания интегрированной системы управления производством (ИСУП). Ядром такой системы является разработанный алгоритм, включающий проведение специальных расчетов технико-экономического характера в несколько этапов (см. рисунок).

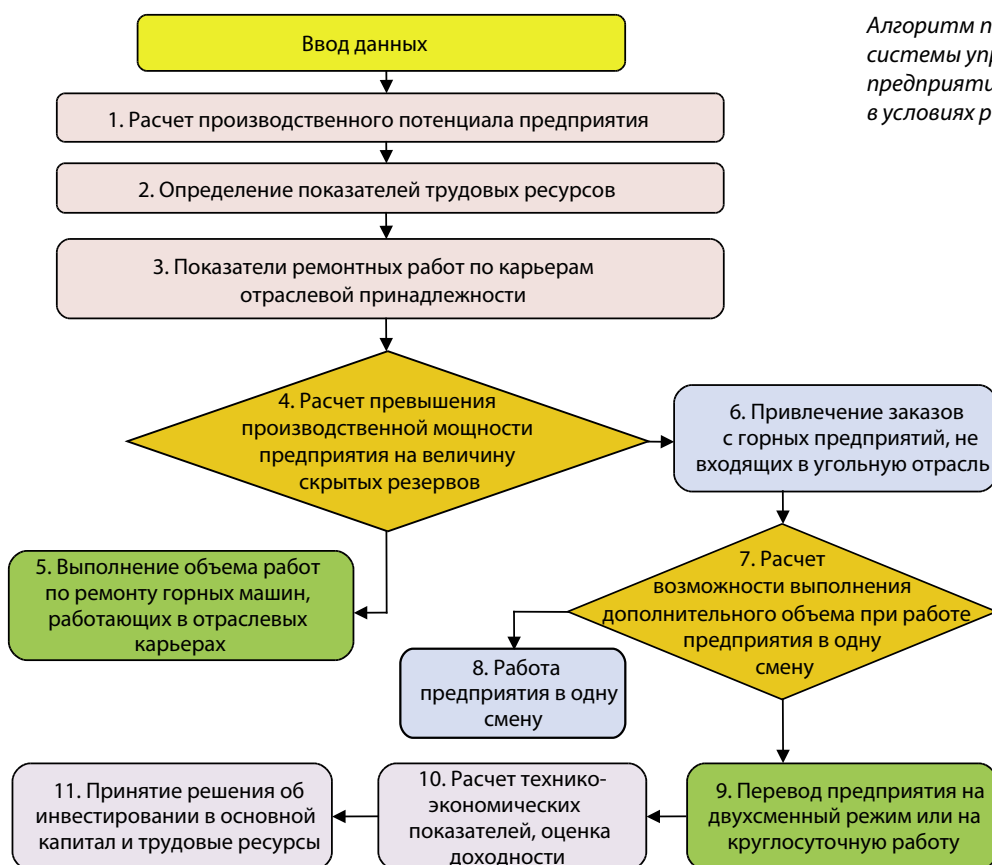
Отметим, что при создании интегрированной системы управления в нашем случае мы не касаемся совокупности стандартов менеджмента ИСО-9001, 14001, ОН SAS 18001

и системы социальной ответственности SA 8000. На фоне невысоких технико-экономических показателей применение этих стандартов уходит на второй план, но в создании (ИСУП) они используются.

На первом этапе используется созданная информационная база управления предприятием. В любом случае проводится расчет производственного потенциала предприятия (блок 1, (см. рисунок)): суммарная производительность станков по механической обработке металла, мощность сварочных линий, линий по разделке листового металла и металлопроката, установок по металлургическому переделу и др. Определяется возможный выпуск изделий из металла с учетом их сложности и веса. Также выявляются так называемые «узкие места», то есть то, что при возможном увеличении производственной мощности будет ее сдерживать.

На втором этапе всесторонне исследуются возможности трудового потенциала (блок 2, (см. рисунок)): количество рабочих необходимых профессий (токари, фрезеровщики, сварщики и другие), обладающих необходимой квалификацией и производственными навыками, а также способностью к быстрому переобучению и повышению уровня профессиональных знаний.

На третьем этапе производится сбор информации о предстоящих ремонтах всех видов горных машин, работающих в карьерах угольной корпорации, на перспективу до пяти лет (блок 3, (см. рисунок)). Далее производится консолидация информационных потоков с отражением результатов расчетов в блоках с 1 по 3 (см. рисунок) с целью дальнейшей аналитической обработки полученных показателей. В результате сопоставления полученных



Алгоритм построения интегрированной системы управления машиностроительным предприятием по ремонту горных машин в условиях рыночной экономики

показателей выявляются скрытые возможности машиностроительного предприятия по увеличению выпуска товарной продукции (блок 4, *(см. рисунок)*). В случае отсутствия скрытых резервов ремонтно-механический завод производит ремонтные работы горного оборудования, работающего в карьерах корпорации, являющейся собственником завода. Это обстоятельство рассматривается в блоке 5 *(см. рисунок)*.

Второй вариант развития предприятия предусматривает на основе гарантированно выявленных скрытых производственных мощностей привлечение заказов на ремонтные работы со стороны горнодобывающих предприятий, не входящих в угольную отрасль (блок 6, *(см. рисунок)*). Это предприятия по добыче открытым способом золота, цементного сырья, металлургических флюсов, руд цветных металлов, щебеночные карьеры. После сбора информации об объемах ремонтов горных машин с этих горных предприятий производится сопоставление этих показателей с выявленными скрытыми возможностями ремонтно-механического завода (блок 7, *(см. рисунок)*).

По результатам аналитической обработки собранной информации вырабатывается решение о практической реализации одного из возможных вариантов организации работ. Первый предусматривает выполнение работ, обеспечивающих увеличение объема в одну смену, либо продолжительность смены необходимо увеличить с 8 до 10-12 ч (блок 8, *(см. рисунок)*). Второй вариант более сложный в плане организации работ и оговаривает перевод предприятия на двухсменный режим либо на трехсменный с организацией работы одной смены, в которую будут производиться подготовительные работы (блок 9, *(см. рисунок)*). В этом блоке производится более детальный расчет показателей, в ходе которых устанавливается потребность в квалифицированных кадрах, более тщательно проверяются производственные линии с поиском всех рисков невыполнения увеличившегося объема работ по выполнению ремонтов.

В блоке 10 *(см. рисунок)* определяются технико-экономические показатели производственной мощности машиностроительного предприятия, скорректированной в сторону увеличения производственной мощности. Определяется будущая доходность работы предприятия от всех видов хозяйственной деятельности. Здесь необходимо сделать ставку на то, что при увеличении объемов работ увеличиваются такие показатели как фондоотдача, снижаются закупочные цены на расходные материалы и комплектующие. Все это в итоге позитивно скажется на снижении цен на ремонтные работы. В основе предстоящей трансформации работы ремонтно-механического завода лежит общеизвестный экономический эффект от масштаба производства. В блоке 11 *(см. рисунок)* определяется потребность в инвестициях в основной капитал: станки, обрабатывающее оборудование, технологические линии, а также необходимость инвестиций в трудовые ресурсы.

Дополнительные объемы производства ремонтных работ на имеющемся оборудовании неизменно улучшат экономические показатели предприятия, при этом по вполне очевидным причинам работа предприятия будет сдвигаться в сектор, находящийся на графике справа от точки безубыточности. На величину сдвига будет напрямую влиять общая загруженность предприятия.

Взаимодействие предприятия машиностроительной отрасли с внешней средой (внутреннее – между структурными подразделениями) выстраивается посредством организации информационных потоков, генерируемых в учетном, аналитическом, организационном блоках. Техническая сторона обеспечивается специалистами IT-подразделения головного офиса корпорации, в собственности которой находится ремонтно-механический завод. В ходе разработки и внедрения ИСУП комплекс работ проводится в три временных периода. На начальном этапе собирают информацию о достигнутых технологических, производственных показателях, характеристиках трудовых ресурсов, выявляют финансовую сторону хозяйственной деятельности предприятия. Предварительно строят конфигурацию модели намечаемых бизнес-процессов, используя информацию по принципу «что имеется на предприятии и что необходимо сделать с позиции трансформации управления, чтобы изменить ситуацию в русле «что мы хотим получить в долгосрочной перспективе». Параллельно вырабатывают стратегию развития ИСУП.

Далее производится проектирование ИСУП с учетом особенностей производственной деятельности, стратегических планов и др. Эскизно прорисовываются управленческие информационные потоки, их частота и направления. Разрабатываются необходимые модули для встраивания их в действующую информационную систему. Также производится корректировка применяемых модулей в программном обеспечении. На заключительном этапе разработанную ИСУП вводят в действие путем сбора разработанных и скорректированных модулей и подпрограмм в единое целое. Проводят стендовые испытания и обучение управленческого персонала – пользователей новой ИСУП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный подход к формированию интегрированной системы управления производством на машиностроительных предприятиях по ремонту горных машин при внедрении потребует перенастройки действующих информационных систем управления. Вместе с тем привлечение дополнительных заказов с горных предприятий, не входящих в угольную отрасль и работающих в радиусе суточного автомобильного перехода (700-800 км), позволит существенно улучшить технико-экономические показатели ремонтно-механических заводов, снизить в целом издержки на ремонтные работы, повысить инвестиционную привлекательность этого вида деятельности, направленной на восстановление работоспособности горного оборудования.

Список литературы

1. Математическая модель интегрированной цепочки поставок / В.М. Буре, В.В. Карелин, Л.Н. Полякова и др. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2019. Т. 15. Вып. 3. С. 353-361.
2. Буре В.М., Карелин В.В., Буре А.В. Оценка объема заказа товара при возможном падении спроса // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2018. Т. 14. Вып. 3. С. 252-260.

3. Захаров А.О., Коваленко Ю.В. Построение и сужение множества Парето в асимметричной задаче коммивояжера с двумя критериями // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2018. Т. 14. Вып. 4. С. 378-392.

4. Бахтизин А.Р., Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Подход к решению проблемы управления стратегическим развитием региона с использованием адаптивно-имитационной модели // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2019. Т. 15. Вып. 3. С. 362-374.

5. Бурков В.Н., Буркова И.В., Засканов В.Г. Метод сетевого программирования в задачах календарного планирования // Автоматика и телемеханика. 2020. № 6. С. 17-28.

6. Малах С.А., Сервах В.В. Максимизация удельной приведенной прибыли в системах управления запасами // Автоматика и телемеханика. 2020. № 5. С. 106-118.

7. Сафонов П.И. Двойственный алгоритм прогнозирования технологических матричных структур в динамических моделях типа затраты-выпуск // Автоматика и телемеханика. 2019. № 8. С. 109-128.

8. Горелов М.А., Ерешко Ф.И. Информированность и децентрализация управления // Автоматика и телемеханика. 2019. № 6. С. 156-172.

9. Лавлинский С.М., Панин А.А., Плясунов А.В. Модели Штакельберга в территориальном планировании // Автоматика и телемеханика. 2019. № 2. С. 111-124.

10. Тюлин А.Е., Чурсин А.А. Основы технологии построения интеллектуальной системы управления созданием уникальной продукции // Вестник машиностроения. 2020. № 8. С. 71-74.

11. Бурдо Г.Б. Повышение эффективности технической подготовки производства в многономенклатурном машиностроении // Вестник машиностроения. 2018. № 8. С. 78-86.

Original Paper

UDC 622.271.004.6 © I.V. Zenkov, A.S. Morin, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, D.O. Makushkin, 2021
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 1, pp. 26-29
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-1-26-29>

Title

DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM FOR MACHINE-BUILDING COMPANIES INVOLVED IN SERVICING OF MINING EQUIPMENT

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Morin A.S.¹, Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹, Makushkin D.O.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

³ Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Authors' Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Morin A.S., Doctor of Engineering Sciences, Professor

Vokin V.N., PhD (Engineering), Professor

Kiryushina E.V., PhD (Engineering), Associate Professor

Makushkin D.O., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The paper presents the main provisions for implementation of integrated process control systems at machine-building companies involved in repairs of mining equipment in the market economy conditions. The process management algorithm, which is the core of the integrated system, has been developed. When implemented in a company, the developed management system will enhance its competitiveness in the market of mining equipment repair services.

Keywords

Repairs of mining equipment, Repair and engineering plant, Integrated process control system, Production reserves, Production and labor resources, Investment in fixed capital.

References

1. Bure V.M., Karelin V.V., Polyakova L.N. et al. Mathematical model of integrated supply chain. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika, informatika, processy upravleniya*, 2019, Vol. 15, Issue 3, pp. 353-361. (In Russ.).
2. Bure V.M., Karelin V.V. & Bure A.V. Estimation of goods order volume in case of a possible decline in demand. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika, informatika, processy upravleniya*, 2018, Vol. 14, Issue 3, pp. 252-260. (In Russ.).
3. Zakharov A.O. & Kovalenko Yu.V. Construction and contraction of the Pareto set in the asymmetrical two-criteria traveling salesman problem. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika, informatika, processy upravleniya*, 2018, Vol. 14, Issue 4, pp. 378-392. (In Russ.).

4. Bakhtizin A.R., Nizamutdinov M.M. & Oreshnikov V.V. Approach to solving the problem of managing the strategic regional development using the adaptive-simulation model. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika, informatika, processy upravleniya*, 2019, Vol. 15, Issue 3, pp. 362-374. (In Russ.).

5. Burkov V.N., Burkova I.V. & Zaskanov V.G. Network programming method in scheduling tasks. *Avtomatika i telemekhanika*, 2020, (6), pp. 17-28. (In Russ.).

6. Malakh S.A. & Servakh V.V. Maximization of net present value in reserve management systems. *Avtomatika i telemekhanika*, 2020, (5), pp. 106-118. (In Russ.).

7. Safonov P.I. A dual algorithm for forecasting technological matrix structures in dynamic input-output models. *Avtomatika i telemekhanika*, 2019, (8), pp. 109-128. (In Russ.).

8. Gorelov M.A. & Ereshko F.I. Information awareness and decentralized management. *Avtomatika i telemekhanika*, 2019, (6), pp. 156-172. (In Russ.).

9. Lavlinsky S.M., Panin A.A. & Plyasunov A.V. Stackelberg models in territorial planning. *Avtomatika i telemekhanika*, 2019, (2), pp. 111-124. (In Russ.).

10. Tyulin A.E. & Chursin A.A. Fundamentals of technology for developing a smart control system to design unique products. *Vestnik mashinostroeniya*, 2020, (8), pp. 71-74. (In Russ.).

11. Burdo G.B. Increasing of fitting-out efficiency in multiproduct mechanical engineering. *Vestnik mashinostroeniya*, 2018, (8), pp. 78-86. (In Russ.).

For citation

Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N., Kiryushina E.V. & Makushkin D.O. Development of an integrated management system for machine-building companies involved in servicing of mining equipment. *Ugol'*, 2021, (1), pp. 26-29. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-1-26-29.

Paper info

Received September 23, 2020

Reviewed November 19, 2020

Accepted December 11, 2020

MINING EQUIPMENT