

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫБОРА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ПРИМЕРЕ РАЗВИТИЯ EAM–ТЕХНОЛОГИЙ

Лукина С.В.<sup>1</sup>, Гирко В.В.<sup>2</sup> Email: Lukina1138@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Лукина Светлана Валентиновна – доктор технических наук, профессор,  
кафедра экономики и управления предприятием,

Московский государственный технологический университет «Станкин»;

<sup>2</sup>Гирко Владислав Владимирович – директор по экономике и финансам,  
Акционерное общество «Станкопром»,  
г. Москва

**Аннотация:** в статье описан алгоритм работы автоматизированной системы повышения качества принимаемых управленческих решений в актуальной для большинства промышленных предприятий задаче - разработке проектов по обновлению средств оснащения рабочих мест. Показано место подобной системы в ERP - системе предприятия. Рассмотрен механизм выбора оптимального варианта назначения с учетом множественности критериев оценки. Показан пример внедрения предлагаемой системы на действующем предприятии, описаны полученные результаты и рассчитан эффект от внедрения.

**Ключевые слова:** инструментальные методы экономики, экономико–математическое моделирование, методы многокритериальной оптимизации, модернизация производственных мощностей.

## AUTOMATION OF FORMING AND SELECTION PROCEDURES OF MANAGEMENT DECISIONS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF EAM–TECHNOLOGIES

Lukina S.V.<sup>1</sup>, Girko V.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lukina Svetlana Valentinovna - Doctor of Engineering Science, Professor,  
MOSCOW STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY «STANKIN»;

<sup>2</sup>Girko Vladislav Vladimirovich – Director of economy and finance,  
JOINT STOCK COMPANY «STANKOPROM»,  
MOSCOW

**Abstract:** the article describes an automated algorithm for the system of improving the quality of management decisions taken in an actual for most industrial enterprises task - the development of projects to update the means of equipping jobs. The place of such a system is shown in the enterprise ERP system. The mechanism of choosing the optimal variant of the appointment is considered, taking into account the multiplicity of evaluation criteria. An example of the implementation of the proposed system in the operating enterprise is shown, the results are described and the effect from the implementation is calculated.

**Keywords:** instrumental methods of economics, economic and mathematical modeling, methods of multicriteria optimization, modernization of production capacities.

УДК 51-77.330.4

Управление производственным предприятием в современных конкурентных условиях – сложный процесс, выдвигающий самые высокие требования к руководству в части принимаемых решений. Большинство возникающих практических задач характеризуются многофакторностью, широким охватом профессиональных сфер, большим объемом исходных данных и их сложными взаимосвязями, многоплановостью результатов, высоким уровнем риска, сжатыми сроками для реализации. Современной тенденцией решения подобных задач является автоматизация бизнес – процессов. Так, широкое распространение получили BI (Business Intelligence), CRM (Customer Relationship Management), PLM (Product Lifecycle Management), MES (Manufacturing Execution System), CAD/CAM/CAE (Computer-Aided Design/Manufacture/Engineering) технологии. На уровне предприятия подобные прикладные системы объединяются в ERP - систему (Enterprise Resource Planning). ERP – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную обработку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающую общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности [1]. Компонентом ERP, ориентированным на управление основными средствами предприятия, являются EAM–технологии. EAM (Enterprise Asset Management) – системы управления основными фондами предприятия, ориентированные на сокращение затрат на техническое обслуживание, ремонт и

материально – техническое обеспечение без снижения уровня надежности, либо повышение производственных параметров оборудования без увеличения затрат [2].

Анализ статистических данных [3] показывает, что для большинства отечественных производственных предприятий характерны следующие негативные факторы: рост среднего возраста применяемых средств производства, снижение коэффициента обновления средств производства, рост процента применения полностью изношенных средств производства, технологическое отставание применяемых средств производства. Актуальным в этом свете для большинства предприятий является реализация инвестиционных проектов по техническому перевооружению и модернизации производств. Озабоченность государственных органов данной проблемой подчеркивается инициацией Правительства РФ в 2012 – 2016 гг. Федеральных Целевых Программ, направленных в том числе на обновление производственных фондов предприятий оборонно–промышленного комплекса.

Опыт авторов показывает, что при разработке проектов по техническому переоснащению (перевооружению) производств выбор технологического оборудования производится без достаточной должной проработки альтернатив, а зачастую и вовсе основывается на коммерчески взаимоотношения генерального проектировщика или опыте работы предприятия с оборудованием того или иного производителя. Подобный подход не может удовлетворять руководство предприятий в условиях повышенного внимания к прозрачности и качеству принимаемых управленческих решений. Актуальной задачей является развитие ЕАМ–технологий в направлении поддержки принятия управленческих решений в части обновления средств оснащения рабочих мест. В данной статье рассматривается концепция функционирования подобной автоматизированной системы (далее – Система).

Алгоритм работы Системы приведен на рисунке 1.

В блоке 1 происходит постановка задачи исследования. Источником информации является ЛПР – лицо, принимающее решение (заказчик исследования). На данном этапе происходит фактически формирование цели операции и определение показателей, по которым будет оцениваться результат (критерии оптимальности). Ситуация, когда решение задачи основано на единственном критерии, является теоретизированной. На практике формируется система критериев оптимальности. Согласно предлагаемой концепции, в состав системы критериев оптимальности задачи должны включаться [4]: производственные (производительность, мощность, точность, грузоподъемность и др.), универсальность (максимальные ходы узлов, масса и размеры заготовки, состав выполняемых операций и др.), экономические (себестоимость изделия/операции, расходы на электроэнергию, ресурсы, проведение ремонтов, обслуживание и эксплуатацию и др.), финансовые (доход в натуральном и стоимостном выражении, цена оборудования, валовая прибыль, кредитная нагрузка и др.), временные (длительность машинного, основного, вспомогательного времени и изготовление и др.), качество производимой продукции (точность размеров и формы, качество обработанной поверхности и др.), инвестиционные критерии (чистый дисконтированный доход, норма доходности, индекс рентабельности и др.), оценки рисков (технических, конструкторских, финансово–экономических и др.).

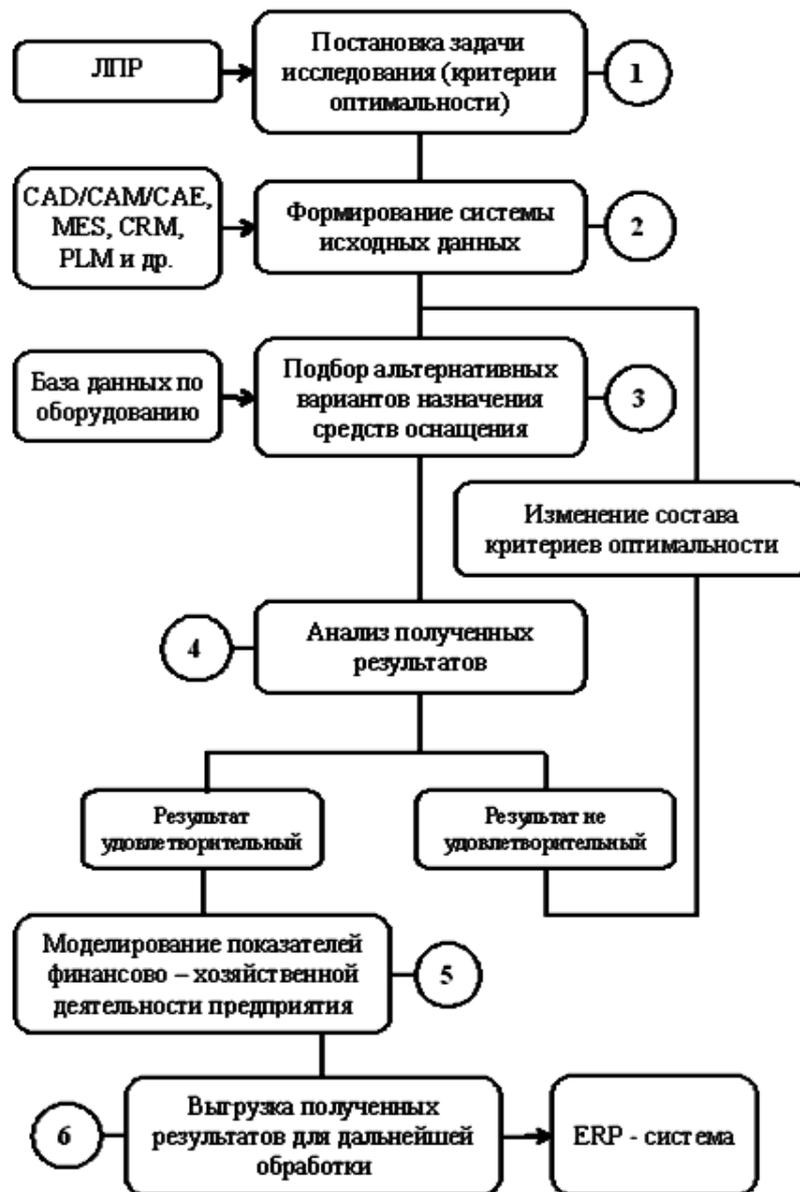


Рис. 1. Алгоритм работы автоматизированной системы оснащения рабочих мест производственных предприятий

Блок 2 предполагает формирование системы исходной информации. Ввиду большого объема данных, данный процесс должен быть автоматизирован и происходить путем обмена данных Системы с прочими компонентами ERP-системы предприятия. Структура исходных данных может быть смоделирована с применением теории графов [5, 6] путем формирования десятидольного гиперграфа, графическое представление которого приведено на рисунке 2.

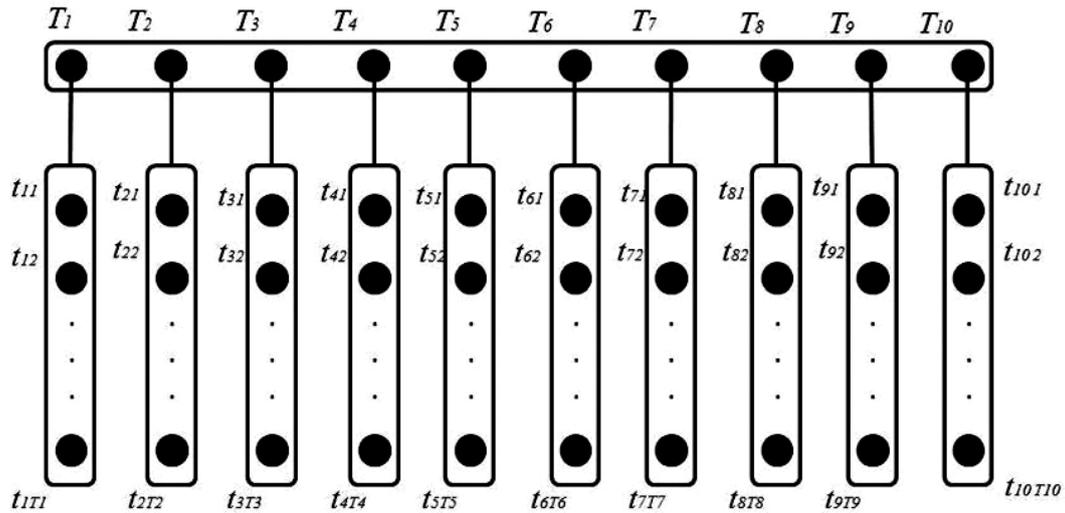


Рис. 2. Гиперграфовая модель системы исходной информации

Доли гиперграфа, представленного на рисунке 2, репрезентативны наборам характеристик:  $T_1$  - изделий ассортимента производимой продукции,  $T_2$  - технологии производства изделий,  $T_3$  - технологического оборудования,  $T_4$  - инструмента и оснастки,  $T_5$  - организации производственного процесса,  $T_6$  - режима работы предприятия,  $T_7$  - кадрового состава,  $T_8$  - поставщиков материалов и комплектующих,  $T_9$  - финансирования,  $T_{10}$  - внешней среды.

Блок 3 предполагает формирование альтернативных вариантов назначения оборудования на рабочие места. Управляющими параметрами данного процесса являются характеристики оборудования, выявленные в блоке 2. Ввиду большого объема информации как по номенклатуре оборудования, так и по составу характеристик каждой отдельной позиции, Система предполагает формирование и наполнение базы данных по доступному оборудованию. Под доступностью понимается либо возможность покупки оборудования с учетом состояния рынка и действия экспортных лицензий, либо возможность изготовления оборудования собственными силами, либо возможность использования имеющегося в наличии на предприятии оборудования. В практике авторов, для построения баз данных по технологическому оборудованию использовался инструментарий системы управления базами данных Oracle Database.

С точки зрения теории принятия решений, выбор технологического оборудования для назначения на рабочие места является многокритериальной оптимизационной задачей [7]. Решение подобных задач, согласно положениям экономико-математического моделирования предполагает формирование целевой функции  $F(x)$  (далее - ЦФ) вида (1), отражающей принципы предпочтительности при сопоставлении вариантов [8].

$$\begin{cases} F(x) = (F_1(x); F_2(x); \dots F_N(x)) \\ F_i(x) = f(p_j) \rightarrow \max(\min), i = \overline{1, N}, \\ [p_j]_{\min} \leq p_j \leq [p_j]_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

где  $F_i(x)$  - частный оценочный критерий,  $p_j$  - управляющий параметр модели;  $N$  - количество частных оценочных критериев данной задачи.

Учет множества критериев предпочтения при выборе оптимального решения может быть реализован аддитивной или мультипликативной сверткой частных оценочных критериев по формулам (2) и (3) [9].

$$\Phi_{\text{ад}} = \sum_{k=1}^K F_{ik}(x) \psi_i \quad (2)$$

$$\Phi_{\text{М}} = \prod_{k=1}^K F_{ik}(x) \psi_i \quad (3)$$

где  $\psi_i$  - параметр свертки (вес критерия),  $K$  - общее число критериев предпочтения.

Согласно положениям теории многокритериальной оптимизации, решение практической задачи может включать как единственную альтернативу, так и набор несравнимых альтернатив [4, 8]. Во втором случае в результате решения формируется паретовское  $\overline{X}$  (если  $F_i(x') \geq F_i(x)$  для всех критериев, и хотя бы для одного критерия  $F_i(x') > F_i(x)$ ), либо слейтеровское  $\overline{S}$  (если  $F_i(x') > F_i(x)$  для всех

критериев) множество недоминируемых альтернатив, состоящее из паретовских или слейтеровских оптимумов.

Блок 4 предполагает анализ ЛПП полученных результатов по степени удовлетворения поставленных задач исследования. В том случае, если результат является неудовлетворительным, в состав критериев оптимальности или ограничений на значения управляющих параметров могут быть внесены изменения, после чего повторно решается оптимизационная задача.

Блок 5 предполагает моделирование показателей финансово–хозяйственной деятельности предприятия как выходных характеристик работы Системы.

Блок 6 предполагает выгрузку полученных результатов в ERP–систему предприятия для дальнейшей обработки. В частности, может быть произведено моделирование с управляющими параметрами других групп данных (организации производственных процессов, режима работы предприятия и др.).

Предложенные алгоритм был применен при разработке проекта по техническому переоснащению участка механообработки ООО «Савеловский машиностроительный завод». Автоматизация проводилась с использованием программных средств *C#*, база данных формировалась с применением средств *Oracle Database*. В результате применения разработанных программных средств, экономия трудоемкости на предпроектной стадии сократилась на 200 ч/часов (237,5 тыс. руб.) при одновременном коэффициенте роста числа обрабатываемых гипотез 3,5. Полученные результаты легли в основу проекта, согласно которому 49 позиций парка технологического оборудования было определено к утилизации, на замену определено 18 позиций закупаемого оборудования при росте производственной мощности участка на 6%.

### *Список литературы / References*

1. Что такое ERP–система. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/333018/> (дата обращения: 10.09.2017).
2. Что такое EAM? Обзор и сравнение систем управления ТОиР. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.clouderp.ru/tags/EAM\\_sistemy/](http://www.clouderp.ru/tags/EAM_sistemy/) (дата обращения: 10.09.2017).
3. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 23.08.2017).
4. Гирко В.В., Соловьева Н.П. Разработка управленческих решений по формированию производственных мощностей промышленных предприятий на этапе проектирования производственных систем / В.В. Гирко, Н.П. Соловьева // Вестник МГТУ «Станкин», 2013. № 3 (26). С. 113–117.
5. Лукина С.В., Гирко В.В. Методика автоматизированного синтеза инновационных решений // Известия Московского государственного технического университета МАМИ, 2013. Т. 5. № 1 (15). С. 242–250.
6. Гирко В.В. Моделирование процедур принятия управленческих решений на промышленных предприятиях / В.В. Гирко // Сборник статей по материалам международной научно–практической конференции «Инновации в АПК: стимулы и барьеры» (21 июня 2017 г., г. Рязань). М.:Издательство «Научный консультант», 2017. С. 58–60.
7. Орлов А.И. Теория принятия решений: Учеб. пособие / А.И. Орлов. М.: Издательство «Март», 2004. 320 с.
8. Лукина С.В., Гирко В.В. Методика формирования и выбора управленческих решений по совокупности частных критериев оценки эффективности производственной деятельности промышленного предприятия // Современные проблемы науки и образования. [Электронный ресурс], 2013. № 3. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9557/> (дата обращения 05.09.2017).
9. Лукина С.В., Крутякова М.В., Соловьева Н.П., Гирко В.В. Методика сравнительной оценки стоимости и качества инновационных решений на проектных этапах жизненного цикла высокотехнологичных изделий машиностроительных производств // Известия Московского государственного технического университета МАМИ, 2012. Т. 2. № 2 (14). С. 118–124.