

COORDINATED PRODUCTION AND MAINTENANCE SCHEDULING FOR AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Nekrasov Ivan

Laboratory of Scheduling Theory and Discrete Optimization (Lab 68),
V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia
ivannekr@mail.ru

Abstract: This paper is dedicated to industrial scheduling and reveals two opposite practical realizations of the named problem: production scheduling and maintenance scheduling. Typically production and maintenance schedules are generated by different IT-systems independently and in fact are in conflict to each other (production system tends to load resources with tasks and maintenance system wants to put them into unavailable state). One of the most widely distributed practices is generating the maintenance schedule in advance and using it as the predefined fixed set of restrictions for production scheduling. However according to numerous practical examples maintenance schedules usually have some potential for adjustment (moving activities to earlier or later time) with no critical loss of maintained equipment reliability. This gives an additional optimization potential when both schedules are generated as a result of a common generalized problem solution. This paper discusses the approach how formalize a coordinated maintenance and production scheduling problem and estimates the possible benefits of its implementation at the industrial enterprise.

Keywords: production scheduling, maintenance scheduling, availability timeframes, MES-systems, linear programming, integer programming, precedence graph, relaxation, fake order.

1 Introduction

Though the primary production control and asset maintenance systems both belong to the MES-level of industrial IT hierarchy, their local objectives are in fact often formulated as antagonistic to each other. In details this can be shown as the differentiating results of both systems outputs that are based on the same input information. Thus, the production system targets to put the resource to a “busy” or “work-in-process” state during the defined period of time. The maintenance system functions in a totally opposite way trying to put the resources into the “out-of-service” or “unavailable” status.

Obviously the unavailable resource can not be allocated by the production system which brings these scheduling systems into a conflict. The situation represented is typical for industrial enterprise: the production schedule has to be impaired to fit the restrictions dictated by the maintenance schedule when the resources are unavailable. This research is devoted to several methods of finding a compromise between maintenance and production schedules that in total improves the productivity of the entire enterprise.

2 Joining Production and Maintenance Schedules

The operations of the maintenance schedule are usually not sensitive to time fluctuations and afford reasonable shifts in both directions – earlier or later. Having the maintenance schedule $\langle t_{rm}^{beg} \quad t_{rm}^{end} \rangle$ let us introduce the possible time gap Δt_{rm} for each maintenance operation m of each resource r ($m = 1, \dots, M_r$, $r = 1, \dots, R$):

$$\langle t_{rm}^{beg} \quad t_{rm}^{end} \rangle \in \left[\langle t_{rm}^{beg} - \Delta t_{rm} \quad t_{rm}^{end} - \Delta t_{rm} \rangle; \langle t_{rm}^{beg} + \Delta t_{rm} \quad t_{rm}^{end} + \Delta t_{rm} \rangle \right]$$

Current research describes how to incorporate the deviation of maintenance operations into two most usable production scheduling models: continuous and discrete [1]. Author proposes two approaches – relaxation and “fake order” – and compares their usability and efficiency.

Relaxation approach

The first and most simple way to utilize the flexible unavailability schedule is to organize the solution in iterative “relaxation” mode. The principle of relaxation is quite simple and for our case assumes two main stages:

- generating the initial solution of the scheduling problem with no maintenance stops based on basic models.
- flexible settling the maintenance operations between the production schedule steps according to the time limits of each stop.

The second step worsens the initial production schedule and the objective of optimization is to find the settlement that gives the smallest impact to the optimization criteria.

Fake order method

The alternative approach is to create a fake order for the resources that are supposed to be under maintenance. For this type of formalization let us introduce the maintenance precedence graph GM that is the entity similar to the production graph: matrix $GM = \langle gm_{ij} \rangle$ of size $J \times J$. The element of matrix $gm_{ij} = 1$ in case the operation j follows the operation i . In all other cases the element $g_{ij} = 0$. These formulas are fair for all $i = 1, \dots, J$ and $j = 1, \dots, J$. For both discrete and continuous time based problems fake order means creating additional variables and restrictions that are of the same kind that the restrictions of the initial models.

Conclusion

As we can see from the argumentation above coordinating the maintenance and production scheduling procedures can be naturally conducted by expanding the basic scheduling problem with additional variables and restrictions. The “fake order” technique is considered as primary by the author who assumes it will bring additional optimization potential to the Job Shop Scheduling.

References

1. Artigues, C.; Demassey, S.; Neron, E.; Sourd, F. Resource-Constrained Project Scheduling Models, Algorithms, Extensions and Applications; Wiley-Interscience: Hoboken, NJ, USA, 2008.
2. Meyer, H.; Fuchs, F.; Thiel, K. Manufacturing Execution Systems. Optimal Design, Planning, and Deployment; McGraw-Hill: New York, NY, USA, 2009.
3. Jozefowska, J.; Weglarz, J. Perspectives in Modern Project Scheduling; Springer: New York, NY, USA, 2006.
4. Manne, A.S. On the Job-Shop Scheduling Problem. *Oper. Res.* 1960, 8, 219–223, doi:10.1287/opre.8.2.219.
5. Jones, A.; Rabelo, L.C. Survey of Job Shop Scheduling Techniques. In *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*; National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, ML, USA, 1999. Available online: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.37.1262&rep=rep1&type=pdf> (accessed on 30 May 2019).
6. Taravatsadat, N.; Napsiah, I. Application of Artificial Intelligent in Production Scheduling: A critical evaluation and comparison of key approaches. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Kuala Lumpur, Malaysia, 22–24 January 2011, pp. 28–33.
7. Hao, P.C.; Lin, K.T.; Hsieh, T.J.; Hong, H.C.; Lin, B.M.T. Approaches to simplification of job shop models. In *Proceedings of the 20th Working Seminar of Production Economics*, Innsbruck, Austria, 19–23 February 2018.
8. Trevisan, L. *Combinatorial Optimization: Exact and Approximate Algorithms*; Stanford University: Stanford, CA, USA, 2011.
9. Cormen, T.H.; Leiserson, C.E.; Rivest, R.L.; Stein, C. *Introduction to Algorithms*, 3rd ed.; Massachusetts Institute of Technology: London, UK, 2009.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ РОССИИ

Новиков С.В.

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Россия, г. Москва Волоколамское ш. д.4
a.a.rabinovich@mail.ru*

Аннотация: Кадровый дефицит в экономике развитых стран сегодня усугубляется неблагоприятной демографической ситуацией. Автором дан ряд предложений с целью создания благоприятных условий для карьерного роста научных кадров на рынке труда, стимулирования притока молодых кадров в научную сферу, сферу образования и высоких технологий.

Ключевые слова: карьерный рост, ротация кадров, исследователь, кадровый дефицит, профессиональная карьера, управление персоналом.

Введение

С возрастанием роли науки в экономически развитых странах, становится все более важным постоянное обновление социально-профессиональной структуры общества, сопровождаемое не только повышением профессиональной мобильности, но и потребностью непрерывного образования работников многих отраслей экономики и сферы услуг. Однако инерция и консерватизм социально-профессиональной структуры как органической составляющей геронтологического процесса не позволяют в полной мере раскрыть этот объективный процесс [8].

Стремление к повышению динамичности социальной структуры превращается в ускорение смены поколений путем установления верхних возрастных пределов занятости и значительного омоложения кадров. Этот процесс не всегда приводит к положительным результатам, так как инновационное производство нуждается не только в молодых специалистах, но и в высококвалифицированных сотрудниках, обладающих современными знаниями и развитыми адаптационными способностями [2].

В результате ощущается острая нехватка специалистов инновационного склада, умеющих сочетать производство с научным творчеством в целях повышения конкурентоспособности на международном рынке товаров и услуг. Таким образом, проблемы динамики профессиональной структуры выходят за пределы национальных рамок в области международной миграции [6].

Кадровый дефицит, испытываемый экономикой развитых стран (прежде всего в сфере интеллектуальной деятельности), усугубляется неблагоприятной демографической ситуацией. В России это связано не только с естественным снижением рождаемости, но и продолжающееся негативное влияние "демографической ямы": к 2019 году количество выпускников уменьшилось на 35-40% [1].

1 Методология

Методический аппарат исследования включает общенаучные и экономические методы, представляет собой синтез абстрактно-теоретического анализа, системного, факторного и структурно-функционального анализа, логического подхода, статистических методов, имитационного моделирования, ситуационного и количественного подходов. Используются также частные методические средства экономико-математического моделирования и другие.

Информационной и нормативно-правовой базой исследования являлись: статистические материалы, отчетные данные органов исполнительной власти; материалы монографий и публикаций периодической печати, интернет-ресурсы ведущих научно-исследовательских центров России, результаты собственных исследований, а также: Указы Президента России, постановления Федерального правительства, другие нормативные правовые и методические документы органов законодательной и исполнительной власти всех уровней власти Российской Федерации, в том числе программные документы [7].

2 Результаты

В современном мире роль человеческого фактора в решении задач ускорения социально-экономического развития страны постоянно возрастает, предъявляются новые требования к специалистам, в связи с чем обостряются проблемы, связанные с формированием личности преподавателя и навыков профессионального взаимодействия. Жизнедеятельности в условиях такого роста тарифов требует полного функционирования его как личности: способности к самоопределению, к личностному и профессиональному самосовершенствованию.