

SECTION 31. Economic research, finance, innovation.

Naumov Anatoly Aleksandrovich

Docent, Candidate of Technical Sciences,
Center of Applied Mathematical Research, Novosibirsk, Russia,
E-mail: A_A_Naumov@mail.ru

TO PROBLEM OF REPAIR AND MAINTENANCE
WORK EFFICIENCY ESTIMATING

Abstract: In this paper approaches to estimation of effectiveness of repair and maintenance work for production companies are offered.

Key words: Repair and maintenance work, business processes, efficiency, optimization, control.

УДК 330.46:330.322.5: 658.155

К ЗАДАЧЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕМОНТНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Аннотация: В работе предложены подходы к оцениванию эффективности проведения ремонтно-профилактических работ для добывающих компаний.

Ключевые слова: Ремонтно-профилактические работы, бизнес-процессы, эффективность, оптимизация, управление.

Составление плана ремонтно-профилактических работ (РПР) – задача, которую приходится решать для многих производственных систем. В работе рассмотрена модель оптимизации РПР для предприятий, связанных с добычей полезных ископаемых (см. [1-3]). В частности, такие модели могут быть использованы для оптимизации РПР нефте- и газодобывающих предприятий. Особенностью таких предприятий является то, что со временем меняется объем добываемого ресурса и это происходит по двум основным причинам: из-за снижения остатка недобытого ресурса и старения (износа, засорения и пр.) оборудования. Ниже с использованием моделей бизнес-процессов построена модель, с помощью которой можно решать задачи планирования проведения РПР.

Проведение РПР предполагает интегрирование ресурсов двух процессов: производственного (ПП), связанного с добычей полезных ископаемых, и обслуживающего (ремонтно-профилактического) (РПП), связанного с ремонтом и заменой отдельных элементов и узлов технологического оборудования производственного процесса.

Не умаляя общности, рассмотрим ситуацию, когда имеется N производственных (связанных непосредственно с добычей полезных ископаемых) бизнес-процессов $\widehat{BP}_{P,s,i}(t), i=1,2,\dots,N$ (см., например, [4; 5]). Внутреннюю структуру производственного бизнес-процесса (ПП) $\widehat{BP}_{P,s,i}(t), \widehat{BP}_{P,s,i}(t) \in BP_P = \{\widehat{BP}_{P,s,i}(t)\}, i=1,2,\dots,N_P$ (символ «P» – Production – производство, добыча), зададим в виде:

$$\widehat{BP}_{P,s,i}(t) = \langle W_{P,f,i}(t), R_{P,f,i}(t), P_{P,f,i}(t), C_{P,fin,i}(t), C_{P,fout,i}(t), t_{P,0,i}, T_{P,i} \rangle, i=1,2,\dots,N_P,$$

где $W_{P,f,i}(t)$ – вектор потоков работ процесса; $R_{P,f,i}(t)$ – вектор ресурсов; $C_{P,fin,i}(t)$ – вектор входных (затратных) финансовых потоков процесса; $C_{P,fout,i}(t)$ – вектор выходных (доходных) финансовых потоков; $t_{P,0,i}$ – время начала реализации процесса; $T_{P,i}$ – длительность процесса; $P_{P,f,i}(t)$ – вектор объемов добытых полезных ископаемых (дебит) процессом $\widehat{BP}_{P,s,i}(t)$ в единицу времени на момент времени t , $t \in [t_{P,0,i}, t_{P,0,i} + T_{P,i}]$.

Заметим, что такие характеристики бизнес-процессов, как стоимость единицы добытых ископаемых, единицы потребленного ресурса и т.д., известны и сведены в вектора соответствующих параметров. Такая справочная информация необходима для того, чтобы оценить затраты труда, ресурсов и т.д. в денежном выражении и затем использовать эти оценки при анализе бизнес-процессов на эффективность.

Введем в рассмотрение бизнес-процессы, осуществляющие РПР для производственных бизнес-процессов (РПП). Пусть они имеют вид (индекс «R» – Repair – ремонт, восстановление):

$$\widehat{BP}_{R,s,i}(t) = \langle W_{R,f,i}(t), R_{R,f,i}(t), C_{R,fin,i}(t), C_{R,fout,i}(t), t_{R,0,i}, T_{R,i} \rangle, i = 1, 2, \dots, N_R,$$

где потоки и параметры имеют вид аналогичный потокам и параметрам производственных процессов.

Подключение РПП-процесса к производственному процессу формально можно представить следующим образом:

$$BP_{RMW,i,j}(t) = \widehat{BP}_{P,s,i}(t) \vee_{BP} \widehat{BP}_{R,s,j}(t), i \in \{1, 2, \dots, N_P\}, j \in \{1, 2, \dots, N_R\},$$

$$t = t_{R,0,j} \in [t_{P,0,i}, t_{P,0,i} + T_{P,i}].$$

Операция \vee_{BP} – операция параллельного соединения двух бизнес-процессов [4].

Индекс *RMW* в записи процесса $BP_{RMW,i,j}(t)$ означает аббревиатуру от английских слов «Repair and Maintenance Work» – «ремонтно-профилактические работы». Будем считать для простоты, что один РПП-процесс может одновременно обслуживать только один ПП и производственный процесс может быть обслужен только одним РПП-процессом с целью проведения для него соответствующих работ.

После согласования потоков в этом процессе получим процесс $\widehat{BP}_{RMW,i,j}(t)$. Если процесс $\widehat{BP}_{P,s,i}(t)$, $i \in \{1, 2, \dots, N_P\}$, подвергается РПР в разные моменты времени несколькими РПП, то это может быть формально представлено в таком виде:

$$BP_{RMW,i}(t) = \widehat{BP}_{P,s,i}(t) \vee_{BP} \left(\widehat{BP}_{R,s,j_1}(t) \vee_{BP} \widehat{BP}_{R,s,j_2}(t) \vee_{BP} \dots \vee_{BP} \widehat{BP}_{R,s,j_{r_i}}(t) \right),$$

$$i \in \{1, 2, \dots, N_P\}, j_k \in \{1, 2, \dots, N_R\}, k = 1, 2, \dots, r_i, t \in [t_{P,0,i}, t_{P,0,i} + T_{P,i}],$$

$$[t_{R,0,j_k}, t_{R,0,j_k} + T_{R,j_k}] \subset [t_{P,0,i}, t_{P,0,i} + T_{P,i}], \text{ для всех } j_k \in \{1, 2, \dots, N_R\}, k = 1, 2, \dots, r_i.$$

Сделаем пояснения к введенным в рассмотрение формальным записям. Собрав в общие круглые скобки все ремонтные процессы, тем самым, были выделены производственный процесс $\widehat{BP}_{P,s,i}(t)$ и все те процессы, которыми он обслуживается. Фактически, ремонтные процессы подключаются к ПП последовательно во времени (будем считать, что выполняются неравенства $t_{R,0,j_1} < t_{R,0,j_2} < \dots < t_{R,0,j_{r_i}}$) и интервалы времени, в которые происходят РПР ($[t_{R,0,j_k}, t_{R,0,j_k} + T_{R,j_k}]$, $j_k \in \{1, 2, \dots, N_R\}$, $k = 1, 2, \dots, r_i$),

не пересекаются. Всего на интервале времени $[t_{P,0,i}, t_{P,0,i} + T_{P,i}]$ производственный процесс $\widehat{BP}_{P,s,i}(t)$ будет подвергнут r_i ремонтным работам.

Задача составления плана РПП состоит в том, чтобы наилучшим образом выбрать процессы для ремонта и назначить (определить) для них время начала проведения ремонтных работ, другими словами – найти для каждого производственного процесса наилучшую стратегию ремонтного обслуживания.

Стратегии ремонтного обслуживания (проведения РПП) для каждого из ПП $\widehat{BP}_{P,s,i}(t)$, $i \in \{1, 2, \dots, N_p\}$, $\widehat{BP}_{R,s,j}(t)$ представим в виде:

$$C_{RMW,i} = \left\{ \begin{array}{l} t_{R,0,j_1}, t_{R,0,j_2}, \dots, t_{R,0,j_{r_i}} \\ (i, j_1), (i, j_2), \dots, (i, j_{r_i}) \end{array} \right\}, i = 1, 2, \dots, N_p.$$

Стратегия проведения РПП для всех N_p производственных процессов – это стратегия $C_{RMW} = (C_{RMW,1}, C_{RMW,2}, \dots, C_{RMW,N_p})$. Эти стратегии в совокупности показывают, какой из процессов РПП закреплен за каждым из производственных процессов и когда начинается выполнение ремонтно-профилактических работ для этих процессов. Отметим, что заранее (до решения задачи составления расписания РПП) количество проводимых РПП на каждом производственном процессе ($r_i, i = 1, 2, \dots, N_p$) не известно.

Задача нахождения наилучшей стратегии проведения РПП может быть представлена в виде:

$$\overline{Q}(C_{RMW}) \rightarrow \underset{C_{RMW}}{\text{extremum}}$$

при ограничениях $C_{RMW} \in C_{RMW}^\Delta$, где C_{RMW}^Δ – область допустимых значений для стратегии C_{RMW} . При этом, в потоках $P_{P,f,i}(t)$, $i = 1, 2, \dots, N_p$, следует выделять две составляющие: $P_{P,f,i}(t) = P_{P,f,MR,i}(t) - P_{P,f,WT,i}(t)$, $i = 1, 2, \dots, N_p$ (в обозначениях индексов «*Mineral Resources*» – минеральные ресурсы, «*Wear and Tear*» – износ, амортизация). Для построения моделей, входящих в $P_{P,f,i}(t)$, можно воспользоваться методами регрессионного анализа. Ошибки в оценках параметров регрессионных уравнений для моделей $P_{P,f,MR,i}(t)$ и $P_{P,f,WT,i}(t)$ могут быть пересчитаны в риски для критерия $\overline{Q}(C_{RMW})$ (см. [5]).

Литература

1. Консон А.О. Экономика ремонта машин. – Л.: Машиностроение, 1970. – 216 с.
2. Егоров В.И., Злотникова Л.Г. Экономика нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – М.: Химия, 1974. – 296 с.
3. Жардин Э. Техническое обслуживание оборудования// В кн.: Исследование операций. Т. 2. Модели и применение/ Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1981, С. 344-363.
4. Наумов А.А. Теоретические и прикладные вопросы моделирования бизнес-процессов. Модели, алгоритмы, программы: Монография/ А. А. Наумов. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 464 с. [https://www.ljubljuknigi.ru/store/ru/book/Теоретические-и-прикладные-вопросы-моделирования-бизнес-процессов/isbn/978-3-8383-6534-3]
5. Список трудов [Электронный ресурс]. URL: https://sites.google.com/site/anatolynaumov2011/home/spisok-trudov-list-of-papers (дата обращения: 25.12.2013).