

УДК 331.1

*Д.Н. Ядранский, Е.В. Чумак*

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург,  
email: jadransky@yandex.ru

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ АППАРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Ключевые слова:** нормирование, аппаратурные процессы, оптимизация, фотография рабочего времени, исследования.

В статье рассматривается проблема нормирования аппаратурных процессов, которая на современном этапе несколько утратила внимание ученых. С учетом роста удельного веса аппаратурных процессов совершенствование методики нормирования труда занятых на этих работах приобретает все большую актуальность. Задачами данного исследования является определение концептуальных направлений совершенствования нормирования труда на аппаратурных процессах. В исследовании используются методы логического анализа и синтеза, а также результаты авторских экспериментов, проведенных на различных предприятиях пищевой и химической промышленности. В рамках исследования определяются наиболее оптимальные подходы к оптимизации норм и методы изучения затрат рабочего времени, которые в наибольшей степени отвечают исследовательским задачам. Делается вывод о целесообразности использования в процессе нормирования аппаратурных процессов комбинированной информации. С одной стороны, данных самодиагностики оборудования, а с другой – результатов прямых изучений затрат рабочего времени.

*D.N. Yadransky, E.V. Chumak*

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, email: jadransky@yandex.ru

## SOLVING THE PROBLEM OF RATIONING HARDWARE PROCESSES

**Keywords:** rationing, hardware processes, optimization, working time photography, research.

The article deals with the problem of normalization of hardware processes, which at the present stage has somewhat lost the attention of scientists. Taking into account the growing share of hardware processes, the improvement of the methodology for rationing the work of those employed in these jobs is becoming increasingly relevant. The objectives of this study are to identify conceptual directions for improving labor rationing in hardware processes. The research uses methods of logical analysis and synthesis, as well as the results of author's experiments conducted at various enterprises of the food and chemical industry. Within the framework of the study, the most optimal approaches to optimizing standards and methods for studying the cost of working time are determined, which best meet the research objectives. The conclusion is made about the expediency of using combined information in the process of normalization of hardware processes. On the one hand, the data of self-diagnosis of equipment, and on the other hand, the results of direct studies of working time costs.

Современный этап промышленного развития характеризуется нарастающим уровнем автоматизации производственных процессов. В этих условиях критически малым видится количество работ исследователей по решению проблем нормирования труда на аппаратурных (а также автоматизированных) процессах. Основные исследования в этой области велись отечественными учеными в 70-х годах прошлого века. При этом, результаты проведенных исследований содержатся не столько в научной, сколько в образовательной или методической (как правило, отраслевой) литературе [1]. Существенных

наработок в данном вопросе иностранных ученых, за исключением методом микроэлементного нормирования, нами не найдено. При этом, активизация процессов внедрения на отечественных предприятиях новых автоматизированных линий либо автоматизация старых ставят перед практиками все более актуальную проблему – определения оптимальных норм численности обслуживающего персонала. Данный вопрос в условиях кадрового дефицита является крайне важным для эффективного развития отечественной промышленности. Важным, также являются организационные инструменты «встраивания»

аппаратурных процессов в сложившиеся производственно-технологические цепочки, а также сочетания аппаратурных процессов и машино-ручных (ручных), в рамках решения единой производственно-технологической задачи. К сожалению, практически все указанные вопросы на данном этапе находятся вне поля научной дискуссии.

Задачами данного исследования является определение концептуальных направлений совершенствования методик нормирования труда на аппаратурных процессах. В данном исследовании используются методы логического анализа и синтеза, а также результаты авторских экспериментов, проведенных на различных предприятиях пищевой и химической и, частично, машиностроительной промышленности.

Как справедливо отмечают авторы учебных материалов [2], для нормирования аппаратурных процессов, в настоящее время применяют:

а) зонно-агрегатный метод, при котором каждая технологическая установка обслуживается на протяжении смены отдельной бригадой, при этом бригады выполняют определенный круг работ в пределах своих индивидуальных зон (в случае надобности могут выполнять и смежные функции). На этом основании авторы делают вывод, что при данном методе невозможно сократить численность членов бригады.

б) комплексный взаимозаменяемый метод. По мнению тех же исследователей, данный метод имеет преимущество – заинтересованность бригады в конечных результатах работы всего комплекса установок, а, следовательно, повышение согласованности протекающих в них процессов [2]. На теоретическом уровне указанные подходы к организации труда в полной мере могут обеспечить оптимальную эффективность работы автоматической линии. Однако, открытым остается вопрос установления научно обоснованной численности персонала, а также распределения (нормализации) усилий работников в процессе труда. Последнее является важным фактором, в том числе, дифференциации уровня заработной платы персонала автоматизированных линий.

## Методы исследования

По нашему мнению, в период разработки норм численности персонала, обслуживающего аппаратурные процессы, разработчики, в большей мере, руководствовались критериями обеспечения максимальной производительности оборудования. На современном этапе, данный критерий не всегда является единственным, определяющим эффективность автоматизированной производственной системы. Следует также отметить, что применяемая для организации труда на предприятиях, использующих аппаратурные процессы бригадная форма организации труда, также не всегда в полной мере учитывает фактическую загрузку отдельных работников. В ходе авторских исследований на предприятии химической промышленности, операторы на различных участках автоматической линии по производству промазанного линолеума имели коэффициент машино-свободного времени от 0,85 до 0,1. При этом, доход данных работников отличался путем применения к оплате их труда различных разрядов оплаты труда (с дифференциацией в 1-2 разряда, т.е. примерно в 1,2 раза).

Как в целом справедливо отмечают отечественные и зарубежные исследователи, современный этап научно-технического развития позволяет для нормирования операционной деятельности работников, занятых на аппаратурных процессах, использовать методы микроэлементного нормирования труда. Одной из таких методик является, в том числе MOST (Maynard Operation Sequence Technique) [3]. Теоретически, данные подходы должны давать существенный эффект для решения рассматриваемых задач, однако, объективность подобных подходов, а также их точность, по нашему мнению, не является достаточной.

Ряд зарубежных авторов используют методику MOST для моделирования, различных трудовых процессов, в частности в источнике [4] – сборочных операций на линии сборки. По нашему мнению, применение данной методики, не смотря на достаточно широкое распространение (за рубежом), не является универсальным. В частности, из-за определенных упроще-

ний, в силу чего в расчет принимаются только основные виды деятельности, которые оказывают наибольшее влияние на длительность операции [5]. В случае с аппаратурными процессами, длительность машино-активного времени работника и значение конкретного оператора для общей эффективности аппаратурного технологического процесса мы не отождествляем. В других источниках, сторонники методики MOST сначала выявляют критические элементарные операции, которые непосредственно влияют на производительность, и далее предпринимают попытки снизить эти показатели по результатам наблюдений (например, за передвижением рабочего) [6]. Однако указанная методика не в полной мере учитывает высокое значение в условиях аппаратурного технологического процесса факта наличия специфических компетенций отдельного работника, определяющих эффективность работы линии в целом. Иными словами, в работе линии есть технологические моменты, связанные с пассивным наблюдением, по результатам которого вносятся тонкие управляющие коррективы (поднастройка) оборудования. С точки зрения методики MOST, указанное пассивное наблюдение будет определяться как потери. При этом отказ от подобного рода операций, может оказать критическое воздействие на эффективность работы линии в целом.

В данном контексте, мы полностью согласны с А.Рудкевич, отмечавшим, что для определения времени ручной работы по непосредственному обслуживанию агрегата, активного наблюдения и переходов должны быть получены результаты комплексного изучения хода производственного процесса на протяжении нескольких смен. Для этого проводят ФРВ каждого из членов бригады. Для наиболее полного учета объема работ все члены бригады должны быть охвачены наблюдением в периоды их наибольшей загрузки [2, с. 95]. Поскольку предлагаемый, автором метод является крайне трудоемким – мы предлагаем альтернативную ему маршрутную фотографию рабочего времени. Наш опыт совпадает с мнением советских ученых, которые говоря о нормировании аппаратурных процессов отмечают их специфические

особенности, которые делают невозможным классические «хронометражные» инструменты нормирования. Наиболее важным для практических исследований выводом советских авторов является необходимость использовать для нормирования метод двухсторонних наблюдений (проводимых путем фотографии рабочего времени). Данный метод характеризуется последовательной регистрацией технологических показателей времени протекания процесса и одновременно деятельности рабочего по ведению (обслуживанию) этого процесса [1, с. 158].

### Результаты исследования

В ходе проводимого исследования, мы столкнулись с еще одной особенностью современного нормирования аппаратурных процессов – ростом количества случаев перенастройки оборудования. Современная концепция управления запасами ориентирована на минимизацию складских остатков (вытягивающая система организации производства). При этом, перенастройка в условиях аппаратурных процессов, зачастую достаточно трудоемкий процесс. Оптимизация складских запасов и тянущая система запуска, обуславливает необходимость постоянной перенастройки оборудования с целью адаптации объемов выпуска к постоянно меняющейся конъюнктуре (количеству заказов). В результате – возникает количество перенастроек оборудования, значительно превышающее то, которое было заложено при проектировании первоначальной численности обслуживающего персонала. Также в силу неравномерной загрузки оператора в процессе работы и операций по перенастройке, удельный вес активного времени существенно изменился. Следует также отметить, что на линии, в результате перенастройки, не всегда существенно изменяется трудоемкость на всех без исключения операциях (а соответственно рабочих местах). Трудоемкость операций, возникшая в результате повышения количества перенастроек, практически не учитывается при определении разрядов работ (а соответственно заработных плат), сотрудников линии. Во внимание, как правило, принимается сугубо машино-активное время.

**Таблица 1**

Характеристика загрузки специалистов на рабочих местах (линия изготовления промазного линолеума), усредненные данные по профессиям

| Наименование рабочего места | Работа в автоматическом режиме |        | Работа в процессе переналадки |                | Работа в аварийном простое |                | Работа при ТО линии |                |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------------|----------------|
|                             | От времени смены               |        |                               |                |                            |                |                     |                |
|                             | актив                          | Пассив | актив                         | пассив (ожид.) | актив                      | пассив (ожид.) | актив               | пассив (ожид.) |
| Оператор-грунтовальщик      | 10%                            | 90%    | 10%                           | 90%            | 30%                        | 70%            | 60%                 | 40%            |
| Оператор-печатник           | 15%                            | 85%    | 80%                           | 20%            | 90%                        | 10%            | 50%                 | 50%            |
| Оператор склейки            | 15%                            | 85%    | 20%                           | 80%            | 15%                        | 85%            | 60%                 | 0%             |
| Оператор упаковки           | 95%                            | 5%     | 5%                            | 95%            | 80%                        | 20%            | 10%                 | 90%            |

Для решения описанных проблем, нами были определены четыре состояния: работа в автоматическом режиме; работа в процессе переналадки; работа в аварийном простое (в случае возникновения простоя по наиболее распространенным причинам), работа при техническом обслуживании линии. В зависимости от участка линии и профессии были определены изменения трудоемкости, которое нами рассматривалось как изменение характера труда (соотношение пассивного наблюдения и любых форм активности). Полученные результаты представлены в таблице 1.

В таблице 1 показана неравномерность структуры активного и пассивного времени специалистов различных участков автоматической линии на различных технологических этапах ее работы. В условиях, когда акцент делается на переналадку, связанные с изменением параметров продукта, вырастает удельный вес трудоемкости одних специалистов, при том, что трудоемкость других может падать или оставаться неизменной. В данном случае достаточно сложно визуально отделить простой работника от пассивного наблюдения, поскольку любая пассивность в условиях остановки линии рассматривается в качестве простоя. Частично, специалисты на участках, которые остановлены на период аварии или в процессе переналадки – переходят на другие участки в качестве вспомогательных работников, однако – значительное время находятся в постоянной зоне обслуживания в режиме пассивного ожидания.

В рамках проводимого исследования нами были проведены серии групповых фотографий рабочего времени (с точностью записи 1 минута). По причине достаточно высокой численности основного персонала линии (29 человек), для большинства рабочих мест, нами применялся метод маршрутной фотографии (точность записи 2 минуты). В дальнейшем строился совокупный баланс рабочего времени. Всего было проведено (на каждой линии при условии ее непрерывной работы) 6 наблюдений – 3 в дневную и 3 в ночную смену, с целью выявления возможных отличий в загрузке (переналадке, ремонтах и прочим). На каждом из замеров наблюдение велось за всеми работниками линии. При помощи использованных методов, нами была получена структура затрат рабочего времени с достаточно высокой точностью, что создало возможность для моделирования перемещения работников и изменения им зон обслуживания. При этом мы не использовали достаточно популярный в современном нормировании метод эконометрического моделирования [7]. В основе был положен метод максимизации машино-активного времени при сохранении (незначительном увеличении) времени на перемещение сотрудников в процессе работы. При этом, также нами анализировались периоды возможного перекрытия операций, а также возможность подмены временно отошедшего от линии сотрудника.

В проекте по нормированию менее трудоемких в обслуживании линий пи-

цевых предприятий, для определения оптимальных норм загрузки и коррекции зон обслуживания, нами использовалась групповая фотография рабочего времени, в ходе которой определялись действия работников, их периодичность. После замеров проводилось изучение маршрутов передвижения путем построения «диаграмм спагетти» и перераспределение функций между работниками. Главной целью подобной оптимизации было снижение нагрузки, уменьшение общего количества перемещений и обеспечение более равномерной загрузки персонала.

В процессе исследований, нами потенциально рассматривалась возможность использования и иных подходов к определению нормативной загрузки операторов. В частности, большинство современного оборудования имеет САМ-системы, которые, многие авторы считают эффективным инструментом для нормирования. Исследователи справедливо отмечают, что САМ-системы располагают базой данных по инструментам и режимам обработки, а при их изменении можно оперативно совершить пересчет машинного времени в автоматическом режиме, что несомненно ускоряет проведение перенормировки времени обработки детали на станке с ЧПУ [8]. Однако, в случае с нормированием аппаратурных процессов на крупных агрегатах, интерес представляют, в большей степени не параметры работы установки (машинное время и др.), а параметры работы обслуживающего персонала. Таким образом, мы исходили из обеспечения равномерной и развнонапряженной загрузки работников, занятых обслуживанием автоматизированной линии. Соответственно, использование возможностей самодиагностики оборудования, как и САМ-систем, которые позволяли бы назначить режимы обработки и определить все составляющие нормы времени [9] видится нам для нормирования аппаратурных процессов мало пригодным.

В результате проведенных исследований мы пришли к выводу, что практика нормирования аппаратурных процессов на современных высоко автоматизированных (компьютеризированных) линиях и установках не имеет принципиальных отличий от использованных ранее

методов нормирования. В использованных нами методах проводилось изучение затрат рабочего времени и моделирование трудовых операций по результатам наблюдения. Критерий максимальной загрузки оборудования, на современном этапе, так же не является определяющим. Соответственно основными критериями, в условиях произвольной загрузки линии являются одновременное соблюдение указанных условий:

$$t_i \approx \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n},$$

$$T_{nom} \rightarrow min,$$

где  $t_i$  – фактическое машино-активное время  $i$ -го работника на оптимизируемом (проектируемом) рабочем месте,  $n$  – количество рабочих мест (человек) задействованных на обслуживании автоматизированной линии,  $T_{пот}$  – время потерь.

В этом случае, можно выделить три ключевых задачи нормировщика, в процессе нормирования аппаратурных процессов:

- первая задача сводится к установлению суммарного машино-активного времени, на протяжении которого персонал оказывается задействован в процессе поддержания режима работы и (или) работоспособности анализируемого оборудования;

- вторая задача – установление минимально необходимого количества работников, которые в состоянии перекрыть необходимое количество машино-активного времени, с учетом их перемещений и иных объективно необходимых затрат;

- третья задача сводится к равномерному распределению машино-активного времени между исполнителями направленного на минимизацию возможных потерь рабочего времени, при условии одновременного снижения утомляемости работника.

## Выводы

Предложенный в рамках описанного исследования подход был апробирован на ряде отечественных предприятий пищевой и химической промышленности, где показал свою эффектив-

ность. При этом, следует отметить, что мы не видим возможностей для существенной автоматизации процесса нормирования аппаратурных процессов, по причине того, что существует значительное количество дополнительных (сопутствующих) факторов, о которых автоматизированные системы мониторинга не могут дать полноценной информации (специфика перемещения, необходимость заполнения отчетности, места хранения отдельных элементов сырья и материалов, специфика транспортировки готовой продукции и т.п.). Соответственно, для разработки оптимальной нормы обслуживания необходимо использовать методы визуального изучения затрат рабочего времени исполнителей, причем одновременно

для всего персонала линии. Наиболее оптимальным (при этом дорогостоящим) методом является прямая фотография рабочего времени. Однако, как показывает практика наших исследований с допустимой погрешностью, для совершенствования норм численности обслуживающего персонала автоматизированных линий может быть применен метод маршрутной фотографии рабочего времени.

При этом, некоторым ограничением видится использование метода аналогии в переносе норм численности схожих установок, задействованных на различных предприятиях по причине возможных отличий в количестве переналадок, обусловленных спецификой спроса на конкретный продукт.

#### *Библиографический список*

1. Шах А.Д., Погостин С.З., Альман П.А. Организация, планирование и управление предприятием химической промышленности: учебник для химико-технологических специальностей вузов / под ред. Н. П. Федоренко. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981. 432 с.
2. Радкевич А.П., Климович Н.И. Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях нефтяной и газовой промышленности: курс лекций. Ухта: УГТУ, 2010. 7 с.
3. Кутимская М.А., Сморгочкова С.А. Управление процессом установления норм труда с применением статистических информационных систем // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2017. № 3 (59). С. 126-133. DOI: 10.25513/1812-3988.2017.3.126-133.
4. Patel Divyang A., Prashant Singh Tomar Case Study on Optimization in Total Operation Time by Using Maynard Operation Sequence Technique // International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering. 2017. Vol. 5. Is. 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ijritcc.org/download/conferences/> (дата обращения 26.11.2024).
5. Gajanan Pathak, Pankaj Baghele, Vaidya P.R. Maynard's Operation Sequence Technique for different Companies: Case Study // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). 2021. Vol. 9. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=34761> (дата обращения 26.11.2024).
6. Patil Abhijit Sardar. Improvement of Productivity for an Engine Assembly Line with the help of Maynard Operating Sequence Technique (MOST) Abhijit Sardar Patil, Sourabh Suryakant Patil Gourav Chougale // International Journal of Engineering Research and Technology. 2017. Vol. 10. No. 1. [Электронный ресурс]. URL: [https://ripublication.com/irph/ijert\\_spl17/ijertv10n1spl\\_148.pdf](https://ripublication.com/irph/ijert_spl17/ijertv10n1spl_148.pdf) (дата обращения 26.11.2024).
7. Жуланов Е.Е., Постников В.П., Шишкина К.А. Совершенствование механизма нормирования численности персонала нефтеперерабатывающего предприятия на основе методов регрессионного анализа // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2020. № 3. С. 169-181.
8. Фомин С.Ю., Старовойтов С.В. Современные принципы нормирования времени операций на станках с ЧПУ // Станкостроение и инновационное машиностроение. Проблемы и точки роста: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Уфа: ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», 2018. С. 254-259.
9. Кошин А.А., Сазонова Н.С. Задачи и направления совершенствования автоматизированных систем нормирования технологических процессов современного машиностроения // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. № 4-3 (288). С. 24-30.