

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СЛУЧАЙНЫХ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КОЛЕБАНИЯ ФОНДА ВРЕМЕНИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГПС

**Богущий В.Б.**

*Севастопольский государственный университет, г.Севастополь*

**Ключевые слова:** технологический процесс, фонд времени, гибкая производственная система, простой оборудования, статистический анализ.

**Аннотация.** В статье показано, что в условия реального гибкого производственного участка на время реализации технологических процессов оказывает влияние большое количество непрерывно изменяющихся случайных факторов. Определен перечень факторов, обуславливающих простой ГПС и колебания фонда времени его работы. Приведены результаты статистического анализа. Полученные результаты позволяют судить о степени и характере влияния возмущающих факторов на колебания фонда времени, выявить наиболее узкие места в производственном процессе и дать обоснованные рекомендации по разработке мероприятий, направленных на максимально эффективное использование ГПС по времени.

## DETERMINATION OF THE COMPOSITION OF RANDOM FACTORS THAT DETERMINE FLUCTUATIONS IN THE FUND TIME OF OPERATION OF A FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM

**Bogutskiy V.B.**

*Sevastopol State University, Sevastopol*

**Keywords:** technological process, time fund, flexible production system, equipment downtime, statistical analysis.

**Abstract.** The article shows that in the conditions of a real flexible production site, a large number of continuously changing random factors influence the time of technological processes. Has been determined the list of factors that determine the downtime of the FPS and fluctuations in the fund of its operation. Are presented the results of statistical analysis. The results obtained make it possible to judge the degree and nature of the influence of disturbing factors on fluctuations in the time fund, to identify the most bottlenecks in the production process and to give reasonable recommendations for the development of measures aimed at the most efficient use of the FPS over time.

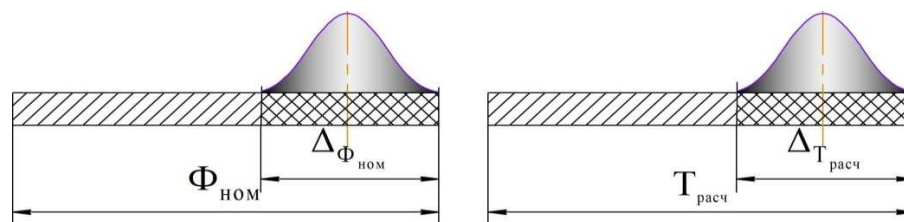
Реализация технологических процессов в масштабе производственного участка носит стохастический характер. Это объясняется тем, что на выполнение любого технологического процесса на участке, оказывает влияние большое количество непрерывно изменяющихся с течением времени случайных факторов [1-4 и др.].

Вследствие этого при реализации производственного процесса в целом наблюдается не соответствие между нормативными и фактическими показателями эффективности функционирования гибкой производственной системы (ГПС) – номинальным и фактическим фондами времени работы ГПС в целом, а так же расчетными и фактическими затратами времени на обработку заготовок. Возможные колебания величин фонда времени и затрат времени на обработку партии заготовок, ограниченные допусками, показаны на рисунке 1.

Затраты времени на обработку заготовок не участвуют в формировании величины фактического фонда времени функционирования ГПС, а лишь указывают на степень его использования. Непосредственно на величину фактического фонда времени оказывает влияние ряд возмущающих факторов вызывающих простои оборудования [2-6 и др.] а, следовательно, потери фонда времени.

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{ном}} - \sum \Phi_{\text{пот}},$$

где  $\Phi_{\text{факт}}$  – фактический фонд времени функционирования ГПС;  $\Phi_{\text{ном}}$  – номинальный фонд времени работы;  $\sum \Phi_{\text{пот}}$  – суммарное количество потерь фонда времени.



$T_{\text{расч}}$  – расчетные затраты времени на обработку партии заготовок;  $\Delta T_{\text{расч}}$  – допуск на отклонение затрат времени на обработку партии заготовок;  $\Delta \Phi_{\text{ном}}$  – допуск на отклонение от номинального фонда времени работы ГПС

Рис. 1. Колебания величин фонда времени и затрат времени на обработку партии заготовок

Для того чтобы правильно организовать производственный процесс на участке необходимо уже в процессе планирования учитывать наличие возмущающих факторов, выявить причины их появления и устранить эти причины, а если это сделать не удастся – по возможности управлять ими. Так как изменения во времени возмущающих факторов обуславливают колебания фонда времени работы оборудования ГПС, то управление причинами, вызывающими колебание факторов, можно характеризовать как управление временными связями, возникающими в производственном процессе вследствие этих причин.

Для выявления состава случайных факторов, влияющих на показатели работы ГПС и участка в целом, был проведен сбор статистических данных на ряде предприятий. В качестве объектов исследования выбраны участки ГПС по обработке корпусных деталей. В процессе наблюдения за работой участков регистрировались простои оборудования и факторы их вызывающие, производился хронометраж продолжительности простоев [7, 8 и др.]. В результате статистических исследований были определен перечень случайных факторов, обуславливающих простои оборудования и колебания фонда времени его работы (рис. 2).

Для определения степени влияния выделенных факторов на колебания фонда времени работы оборудования была проведена обработка собранных статических данных на ПЭВМ в программе Statistica. Для каждого отдельного фактора определялись: закон распределения продолжительности действия случайного фактора, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение и другие характеристики рассеяния. Исходя из полученных расчетом границ интервалов, были построены точечные диаграммы и эмпирические кривые рассеивания продолжительности действия каждого из

факторов. Примеры выявленных полигонов рассеивания для трех случайных факторов приведены на рисунке 3 с указанием математического ожидания и среднеквадратического отклонения.

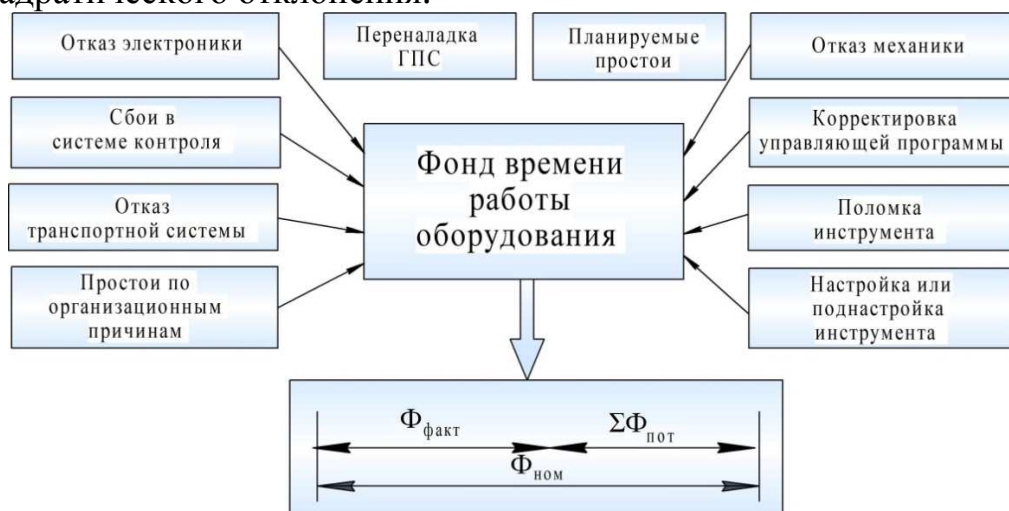


Рис. 2. Случайные факторы, обуславливающие колебания величины фонда времени работы оборудования

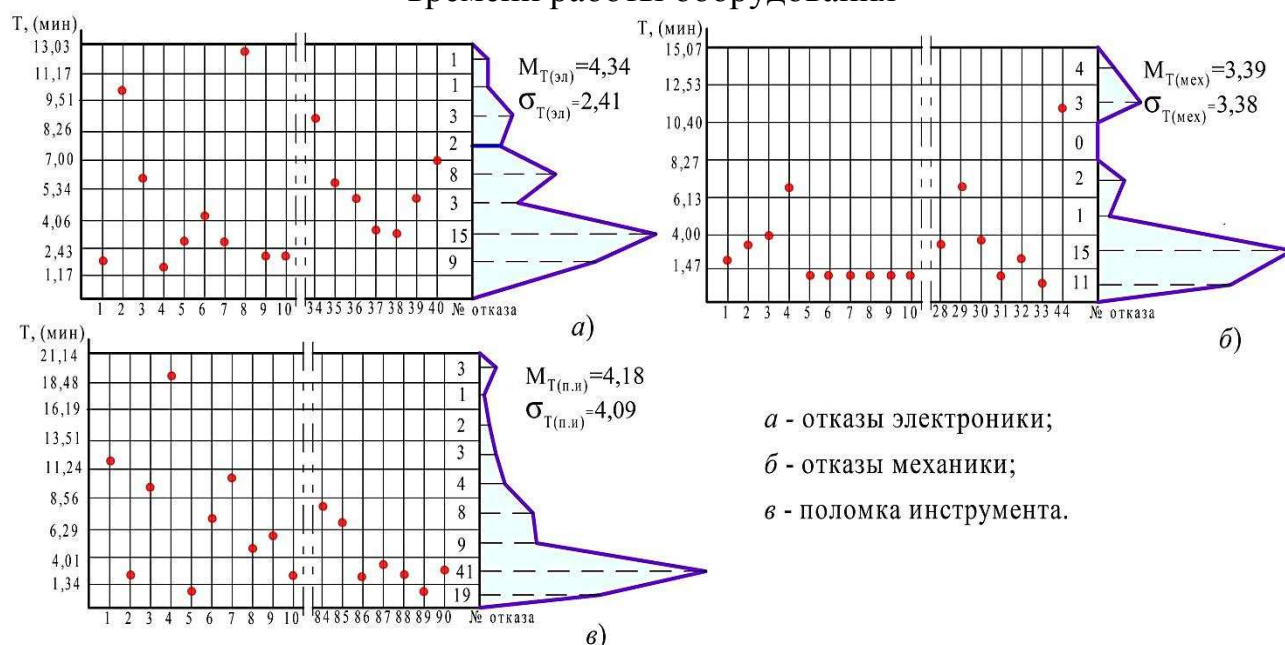


Рис. 3. Примеры точечных диаграмм и эмпирических кривых рассеивания

В результате обработки статистических данных установлено, что каждый из проверенных случайных факторов имеет свой, характерный для него закон распределения продолжительности действия.

Установлено, что

- продолжительность простоев по причине отказов электроники, настройки или поднастройки инструмента близко к экспоненциальному закону, по причине отказа механической части и корректировки управляющей программы – к нормальному закону распределения, по причине сбоев при выполнении контрольных операций – к закону Релея и пр.;

- математическое ожидание продолжительности действия каждого из факторов и поле рассеивания продолжительности имеют неодинаковую

величину. Следовательно, каждый из проверенных факторов по-разному влияют на величину колебания фонда времени работы оборудования;

– вероятность появления отказов (частота), вызванных различными факторами за одинаковый промежуток времени будет различной.

Несмотря на то, что сбор статистических данных производился на действующем оборудовании и в конкретных производственных условиях, полученный перечень случайных факторов характерен для любого ГПС по изготовлению корпусных деталей. Результаты статистических исследований позволяют судить о степени и характере влияния возмущающих факторов на колебания фонда времени и помогают выявить наиболее узкие места в процессе выполнения производственного задания. Кроме этого они позволяют дать обоснованные рекомендации по разработке мероприятий, направленных на максимально эффективное использование ГПС по времени.

### Список литературы

1. Chen Z., He Y., Zhao Y., Han X. Mission reliability evaluation based on operational quality data for multistate manufacturing systems // International Journal of Production Research. 2018. Vol. 57. Iss.6. P. 1840-1856.
2. Mahmood K., Karaulova T., Shevtshenko E. Performance analysis of a flexible manufacturing system (FMS) // Procedia CIRP. 2017. Vol. 63. P.424-429.
3. Богуцкий В.Б. Определение параметров переналадки подсистем механообрабатывающих модулей в производственных условиях // Theoretical & Applied Science. 2019. №11 (79). С.201-208.
4. Srikanth D., Srikanth D., Kulkarni M. Quality, reliability and maintenance. Issues in reconfigurable manufacturing systems (RMS)// Applied Mechanics and Materials. 2012. Vol. 116. P.1442-1446.
5. Savsar M., Aldaihani M. Modeling of machine failures in a flexible manufacturing cell with two machines served by a robot// Reliability Engineering & System Safety. 2008. Vol. 93(10) P. 1551-1562.
6. Богуцкий В.Б. Шрон Л.Б. Оценка стабильности технологического процесса обработки с использованием статистического анализа // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2019. №6 (338). С. 32-40.
7. Springer Handbook Of Engineering Statistic. Ed. by Hoang Pham. Springer-Verlag London Publ. 2006. 1120 p.
8. Богуцкий В.Б. Методика проведения экспериментальных исследований для оценки ГПМ по критерию надежности // Theoretical & Applied Science. 2019. №10(78). С. 240-249.

### Сведения об авторе:

*Богуцкий Владимир Борисович* – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.