

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2018 Д.Г. Вольсков, О.Э. Чоракаев

Ульяновский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 01.11.2018

Цель статьи заключается в математическом программировании и имитационном моделировании автоматизации технологической подготовки заготовительно-штамповочного производства на примере вспомогательного подразделения. В статье представлены математические и имитационные модели на примере системы GPSS World. Рассмотрены принципы разработки эффективных систем автоматизации технологической подготовки заготовительно-штамповочного производства на основе теории массового обслуживания основываясь на результатах анализа и исследование явлений, что позволяет определить такие характеристики системы, которые обеспечивают заданное количество функционирования, например, минимум времени ожидания, минимум средней длины очереди и т.д.

Ключевые слова: автоматизация, моделирование, вспомогательное производство, концепция, принципы.

Непрерывное усложнение конструкций машин, рост требований к их эксплуатационному качеству, обострение конкуренции на рынке машиностроительной продукции вызывают насущную необходимость в резком сокращении длительности производственно-технологического цикла создания машин при повышении качества принимаемых и реализующихся проектных технологических решений. Это возможно лишь при автоматизации технологической подготовки производства (ТПП) и непосредственного производства машин.

Сокращению длительности ТПП и производственно-технологического цикла создания машин в целом при повышении качества принимаемых и реализующихся проектных решений способствует автоматизация ТПП и ее отдельных функций.

В основу разработки эффективных систем автоматизации ТПП должны быть положены следующие базовые принципы:

- комплексный подход к выполнению основных функций и решению основных задач ТПП;
- открытость системы, информационная интеграция с другими системами автоматизированной поддержки ЖЦИ, соответствие разрабатываемой системы CALS-стандартам;
- системы должны создаваться как совокупность ряда подсистем, работа которых подчинена общей цели. Подсистемы при работе вза-

имодействуют друг с другом, и, следовательно, каждая из них не должна разрабатываться независимо от других;

- система должна быть развивающейся, а развитие направлено на повышение ее эффективности путем сокращения сроков, повышения качества и экономии средств при разработке новых конкурентоспособных изделий.

Автоматизация ТПП является большой и сложной системой. Деятельность по автоматизации ТПП включает в себя ситуации, когда появляется необходимость в обслуживании требований, или заявок, поступающих в систему. С учётом того, что обслуживание обладает ограниченными возможностями по удовлетворению заявок в системе это приводит к образованию очередей. Примерами подобных явлений могут быть очереди заявок рассмотренных по тексту ниже.

Рассматривая вышеописанные принципы разработки эффективных систем автоматизации ТПП на основе теории массового обслуживания основываясь на анализе и исследовании явлений необходимо определить такие характеристики системы, которые обеспечивают заданное количество функционирования, например, минимум времени ожидания, минимум средней длины очереди и т.д.

Наглядный примером автоматизации ТПП может служить ситуация по ремонту технологического оборудования с выявлением основных возможностей вспомогательных производств.

Сформулируем текст примера: Вспомогательное подразделение по ремонту оборудования в заготовительно-штамповочном производстве имеет n опытных мастеров. На ремонт в течении года поступает l требований. Общее

Вольсков Дмитрий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Самолётостроение».

E-mail: vdg591@rambler.ru

Чоракаев Олег Эдуардович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Самолётостроение».

E-mail: olegchorakaev@yandex.ru

число требований находящихся на проработке вспомогательного подразделения очень велико, а выход из строя оборудования независимо друг от друга. Поэтому считаем поток заявок по эмпирическому закону. Основным ограничением в данном примере является то, что мастера имеют одинаковую квалификацию и средней поток удовлетворения заявок определен параметром μ в каждый день. Необходимо определить показатели качества обслуживания заявок в вспомогательном подразделении.

На основе математического моделирования рассмотрим решение приведенного выше примера.

Коэффициент пропорционального поступления заявок $\chi = \lambda/\mu$, при этом вероятность того, что все мастера свободны от ремонта P_0 определяется следующим образом:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\chi^k}{k!} + \frac{\chi^n}{n! \left(1 - \frac{\chi}{n}\right)}}.$$

Для определения среднего времени ожидания, определим вероятность того, что мастера заняты ремонтом по формуле

$$\pi = \frac{\chi^n P_0}{n! \left(1 - \frac{\chi}{n}\right)}.$$

Определяем среднее время ожидания по формуле:

$$t_{ож} = \pi \frac{t_{обс}}{n - \chi},$$

где $t_{обс} = 8/\mu$ – время обслуживания каждой заявки.

Среднее число заявок, находящееся в процессе работы вспомогательного производства, определяются по формуле:

$$M = M_{ож} + P_0 \sum_{k=1}^n k \cdot \frac{\chi^k}{k!},$$

где $M_{ож}$ – средняя длина очереди, вычисляемая по формуле

$$M_{ож} = \frac{\pi \chi}{n \left(1 - \frac{\chi}{n}\right)^2}.$$

Заключительным шагом в данном математическом программировании является выявление среднего числа мастеров, свободных от работы, по формуле

$$N_0 = P_0 \sum_{k=1}^n (n - k) \frac{\chi^k}{k!}$$

Данный расчёт произведен с помощью методики математического программирования, но для полной автоматизации визуализируем его с помощью имитационного моделирова-

ния GPSS World.

Код программы описанного выше примера с помощью имитационного языка моделирования GPSS World, представлен в таблице 1.

Блок GENERATE в таблице 1 в пункте 1 представляет собой процесс работы вспомогательного подразделения по ремонту оборудования, где генерируются время работы в соответствующих единицах измерения. Этот процесс представлен низким приоритетом =1.

Два блока QUEUE в таблице 1 в пунктах 2 и 3 используются для хранения соответствующих статистических данных, которые описаны в столбце комментариев.

Блок ADVANCE в таблице 1 в пункте 4 имитирует время работы мастеров.

Блок RELEASE в таблице 1 в пункте 5 сообщает, что ремонт завершен и мастера могут проследовать на другие заявки по ремонту оборудования.

Остальные блоки программы имеют соответствующие описания. Краткая характеристика выполнения приведена в столбце комментариев таблицы 1.

Запустив имитационное моделирование в GPSS World, автоматически формируется отчет, где мастера заняты на 78%. Никогда не было задержки по ремонту на срочных вызовах. Относительное время ожидания выполнения заявки составило 0,12. Относительное время ожидания по ремонту по менее приоритетным заявкам 0,51. Относительное время ожидания по заявкам на ремонт оборудования по нормативным документам 0,25. Среднее время ожидания до начала ремонта составило 25 для капитальных ремонтов, а 51 - для обычных рабочих мест.

Визуализация моделирования вспомогательного производства на примере ремонтного подразделения представлена на рисунке 1. Из гистограммы видно, что основная очередь выполнения мастером заявки была минимальна и находится в пределах 10, но также имеются заявки, которые ожидали своей очереди дольше в пределах 100. Данный факт говорит о том, что мастер сильно загружен.

С помощью команды Window / Simulation Window / Plot Window в системе GPSS World визуализируется занятость мастера от поступающих заявок (рис. 2).

На рис. 2 наглядно показано, что мастер занят на 78% по всему временному интервалу.

Рассмотренный в тексте пример на основе математического программирования и системы GPSS World удовлетворяет основам разработки эффективных систем автоматизации ТПП, где:

- комплексный подход к выполнению основных функций и решению основных задач ТПП представлен конкретной математической зависимостью;

Таблица 1. Код программы

№ п/п	Текст программы	Комментарии
Ремонт оборудования по нормативным документа		
1.	GENERATE 2400,480,,,1	Задание интервала времени
2.	QUEUE GaulOver	Задание очереди по ремонту на основании нормативных документов
3.	QUEUE Allgfd	Очередь на все работы
4.	ADVANCE 600,60	Время работы
5.	RELEASE Henance	Мастера свободны
Ремонт по срочным вызовам		
6.	GENERATE 90,10,,,3	Задание интервала времени
7.	QUEUE Spot	Задание по срочным вызовам
8.	QUEUE Allgfd	Очередь на все работы
9.	PREEMPT Henance,PR	Все заявки отклонены кроме срочного вызова
10.	ADVANCE 15,5	Время работы
11.	RELEASE Henance	Мастера свободны
Ремонт по менее приоритетным заявкам		
12.	GENERATE 300,60,,,2	Задание интервала времени
13.	QUEUE Asdff	Задание по менее приоритетным заявкам
14.	QUEUE Allgfd	Очередь на все работы
15.	PREEMPT Henance,PR	Заявка в работе
16.	ADVANCE 120,30	Время работы
17.	RETURN Henance	Мастера свободны
18.	GENERATE 480	Работа 8 часов в день
19.	TERMINATE 1	Выход из подпрограммы
Гистограммы данных		
20.	GaulOver QTABLE GaulOver,10,10,20	Данные по ремонту оборудования по нормативным документам
21.	Spot QTABLE Spot,10,10,20	Данные по срочным вызовам
22.	Asdff QTABLE Asdff,10,10,20	Данные по менее приоритетным заявкам
23.	Allgfd QTABLE Allgfd,10,10,20	Данные по всем вышеперечисленным заявкам

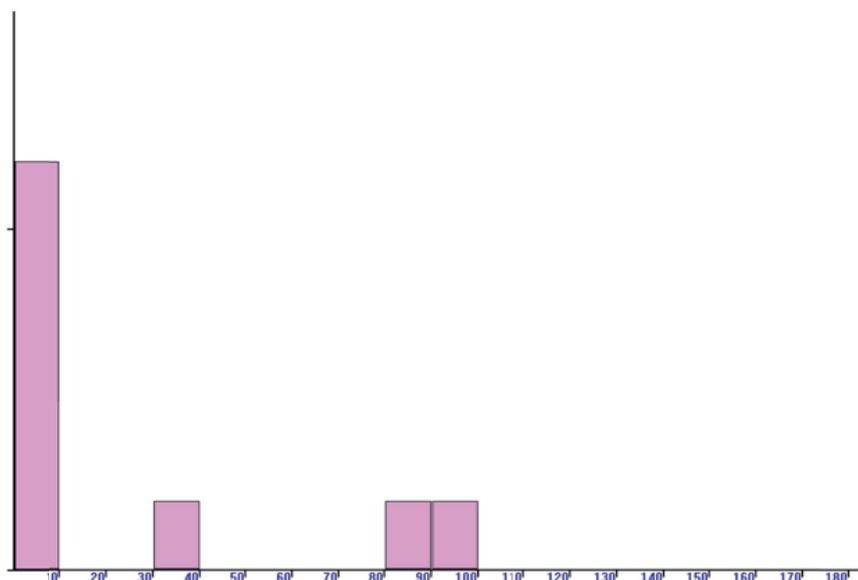


Рис. 1. Пример гистограммы

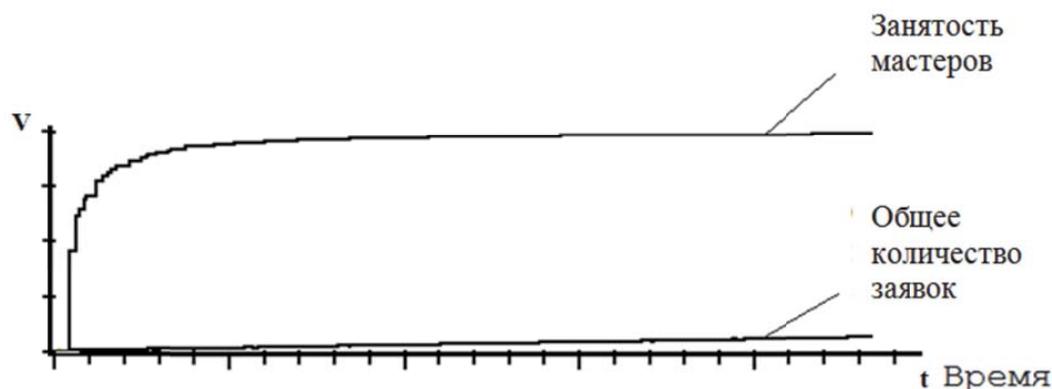


Рис. 2. Пример окна Plot Window

- система GPSS World и математические зависимости открыты и информационная интеграция с другими системами автоматизированной поддержки жизненного цикла изделия в соответствии с разрабатываемой системы CALS-стандартам;

- математические зависимости и программный код в системе GPSS World развивающийся, а развитие направлено на повышение ее эффективности путем оптимизации сокращения сроков, повышения качества и экономии средств при разработке новых конкурентоспособных изделий.

В результате приведенной концепции можно автоматизировать технологическую подготовку заготовительно-штамповочного производства при рассмотрении следующего перечня задач:

- известны производственное задание и производственные мощности предприятия. При существующих различных способах получения изделий (например, обработка на разных станках) ограничение по мощности не позволяет для каждого изделия использовать наилучшую

технологию. Какие способы производства надо выбрать для каждого вида изделий, чтобы выполнить задание с минимальными затратами.

- предприятие задано с определенными производственными мощностями. Какую продукцию следует производить, чтобы получить максимальный доход.

На основе предложенной в статье концепции автоматизируются принципы технологической подготовки производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вольсков Д.Г.* Практическое моделирование в заготовительно-штамповочном производстве. Производство летательных аппаратов: практикум. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 99 с.
2. *Кондаков А.И.* САПР технологических процессов : учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 272 с.
3. *Вольсков Д.Г.* Автоматизация технологичности в CALS-методологии при изготовлении деталей самолёта механической обработкой // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2016. № 3 (75). С. 53-57.

CONCEPTUAL MODEL IN THE AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF CUTTING AND STAMPING PRODUCTION

© 2018 D.G. Volskov, O.E. Chorakaev

Ulyanovsk State Technical University

The purpose of the article is to mathematical programming and simulation modeling, automation of technological preparation of preparatory-stamping production on the example of the auxiliary division. The article presents both mathematical models and simulation models on the example of GPSS World. The principles of the development of effective automation systems for technological preparation of blank production and stamping production based on the theory of mass service based on the analysis and study of phenomena that need to determine such characteristics of the system that provide a specified amount of operation, for example, minimum waiting time, minimum average queue etc.

Keywords: Automation, modeling, auxiliary production, concept, principles.

Dmitry Volskov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Aircraft Engineering.

E-mail: vdg591@rambler.ru

Oleg Chorakaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Aircraft Engineering.

E-mail: olegchorakaev@yandex.ru