

Прослеживая взаимосвязь угловых параметров движения в суставах с патологией стоп, было замечено, что максимальные значения углов в суставах, как правило, наблюдаются в той конечности, которая имеет большую статическую деформацию. Неспособность суставов одной нижней конечности сгибаться на угол минимальный или равный противоположной нижней конечности, объясняется не только выявленной деформацией, но и возможной слабостью или перерастяжением связочно-мышечного аппарата.

Список использованных источников

1. Фокина А.А., Костылева В.В. Биомеханические особенности стоп с переломами пяточной кости [Текст]: учебное пособие. – М.: ИИЦ МГУДТ. 2004. – 96 с.
2. Аветисова А.А., Костылева В.В. Клинико-физиологические и биомеханические особенности ампутационных дефектов стоп [Текст]: учебное пособие. – М.: ИИЦ МГУДТ. 2002. – 92 с.
3. Аппаратно-программный комплекс StarTrace. Руководство пользователя. [Текст]: - Москва, 2008. – 70 с.

УДК 685.34 : 658.3

**ОРГАНИЗАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА
МЕХАНИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ОБУВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Л.Д. Алексеенко, доцент, Н.В. Щербакова, доцент
Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса,
г. Шахты Ростовской области, Российская Федерация*

Ритмичность работы обувного предприятия во многом зависит от бесперебойной работы технологического оборудования. Для бесперебойной работы оборудования выполняют его планово-предупредительный ремонт по заранее составленному плану. Планово-предупредительный ремонт оборудования имеет профилактическую направленность и включает: межремонтное обслуживание и смазку оборудования; контроль за правильностью его эксплуатации; осмотр оборудования; текущий ремонт; капитальный ремонт; средний ремонт. Межремонтное обслуживание и текущий (малый) ремонт выполняется во время перерывов в работе оборудования без нарушения технологического процесса производства. Средний ремонт является промежуточным по величине объёмов ремонтных работ между малым и капитальным ремонтом. Его выполняют по графику. Капитальный ремонт выполняют по графику. Этот ремонт предусматривает восстановление оборудования до его первоначального состояния и включает следующие работы. Капитальный ремонт выполняют только при полном наличии запасных узлов, деталей, материалов, инструментов. Внеплановый (аварийный) ремонт оформляют актом. Правильная организация планово-предупредительного ремонта оборудования предотвращает возникновение внепланового ремонта.

Рассмотрена возможность применения имитационного моделирования систем массового обслуживания на примере типовой задачи организации и нормирования труда. Суть методов машинной имитации заключается в экспериментальном изучении социально-экономических систем на основе многократного повторения расчётов по соответствующей имитационной модели с применением ЭВМ.

Рассмотрим методы применения имитационного моделирования систем массового обслуживания на примере типовой задачи организации и нормирования труда. Пусть обслуживание станков производственного цеха выполняют два наладчика. Поток поступающих требований на наладку станков пуассоновский, а распределение времени обслуживания – экспоненциальное.

Датчик случайных чисел на ЭВМ, настраиваемый на соответствующие параметры интенсивности, моделирует интервал времени между поступлениями двух соседних требований на наладку станков с заданной величиной параметра входящего потока $X = 8$ треб./ч:

25, 6, 14, 31, 17, 12, 10, 18, 16, 8, 13,...(мин).

Здесь первое число 25 мин – это интервал времени между поступлениями первого и второго требований на наладку, 6 мин — интервал между вторым и третьим требованиями и т. д. Ограничим в этом примере количество поступивших требований числом 12, что соответствует примерно трем часам работы производственного цеха. Этим же датчиком, настроенным на интенсивности $\mu_1 = 6$ треб./ч и $\mu_2 = 5$ треб./ч, соответственно моделируется время обслуживания требований (время проведения одной наладки) первым и вторым наладчиками:

32, 20, 18, 34, 21, 11, 15, 14, ... , (1)

10, 33, 24, 37, 19, 9, 17, 23, ... (2)

Из таблицы случайных чисел (1) следует, что первый наладчик выполняет первое требование за 32 мин, второе – за 20 мин и т. д. Для второго наладчика из (2) имеем соответственно 10 мин, 33 мин и т.д. Требуется:

выполнить имитационное моделирование процесса обслуживания станков наладчиками;
вычислить по результатам моделирования характеристики исследуемой системы массового обслуживания:

- среднее время ожидания станков в очереди,
- среднее время обслуживания требования на наладку,
- среднюю долю простоя наладчиков;

3) сравнить среднюю загруженность наладчиков по результатам эксперимента с этой же величиной, рассчитанной теоретически, полагая, что наладчики - это два канала с одинаковой интенсивностью $\mu = \frac{(\mu_1 + \mu_2)}{2}$;

- построить графики работы наладчиков.

Рассмотрим решение каждого из пунктов задания.

1. Выполним имитационный эксперимент, моделирующий процесс обслуживания станков производственного цеха с двумя наладчиками. Предполагаем, что в случае занятости обоих наладчиков требование на наладку обслуживает (производит наладку) первый из них. Если оба наладчика заняты, то требование (заявка) становится в общую очередь (одна для обоих наладчиков). Требование на наладку, стоящее первым в очереди, обслуживается тем наладчиком, который раньше освободится.

Для удобства моделирования процесса обслуживания воспользуемся вспомогательной расчетной таблицей.

Таблица 1

Номер требования		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время поступления требования		0	25	31	45	76	93	105	115	133	149	157	170
Время обслуживания требования		0	0	1	0	0	0	0	2	6	5	3	1
1-й м е х а н и к	Время обслуживания требования	32		20		18		34		21		11	15
	Время окончания обслуживания требования	32		52		94		139		160		171	186
2-й м е х а н и к	Время обслуживания требования		10		33		24		37		19		
	Время окончания обслуживания требования		35		78		117		154		173		

Первая строка таблицы содержит номера требований на наладку станка в порядке их поступления, вторая – время их поступления (первое – в момент времени нуль, второе – через 25 мин после первого, третье – через 6 мин после второго, следовательно, по времени в 31 мин и т. д.).

Третья строка содержит время ожидания требований на наладку в очереди.

Четвертая и пятая строки относятся к первому наладчику и означают соответственно время, затраченное на обслуживание требований (см. ряд (1)), которые выполняет первый наладчик, и время окончания обслуживания каждого требования.

Шестая и седьмая строки определяют эти же данные для второго наладчика.

Рассмотрим процесс имитационного моделирования более подробно. В момент времени $t = 0$ поступает первое требование на наладку станка. Эту наладку выполняет первый наладчик в течение 32 мин (см. ряд (1)), который закончит обслуживание в момент времени $t = 32$ мин. Через 25 мин поступает второе требование на наладку. Его обслуживает второй наладчик, так как первый занят, а второй свободен. Второе требование обслуживается в течение 10 мин (см. ряд (2)) и закончится вторая наладка в момент времени $t = 25 + 10 = 35$ мин. Время ожидания для первых двух требований равно нулю, так как в момент их поступления имеется свободный наладчик. Третье требование поступает в момент времени $t = 25 + 6 = 31$ мин. На этот момент оба наладчика заняты (первый до 32-й мин, второй — до 35-й мин); оно становится в очередь и ожидает $t = 32 - 31 = 1$ мин, пока не освободится кто-то из наладчиков (первым освобождается первый наладчик). Потом третья наладка выполняется первым наладчиком в течение 20 мин.

В графе «Время ожидания» для третьего требования (заявки) на наладку проставляется 1 мин. Время окончания обслуживания этого требования первым наладчиком равно $t = 31 + 1 + 20 = 52$ мин, т.е. состоит из времени его поступления, ожидания и обслуживания. Четвертое требование поступает в момент времени $t = 45$ мин. На этот момент второй наладчик свободен (более того, он уже простаивал 10 мин, так как освободился в момент времени $t = 35$ мин). Первый наладчик занят обслуживанием, следовательно, наладку будет производить второй наладчик в течение 33 мин и освободится в момент времени $t = 45 + 33 = 78$ мин. В графе «Время ожидания» для четвертого требования ставим нуль. Подобным образом процесс моделирования продолжается вплоть до обслуживания последнего, 12-го требования (см. табл. 1).

2. По результатам моделирования можно легко вычислить следующие статистические характеристики исследуемого процесса массового обслуживания:

а) среднее время ожидания требований в очереди равно сумме третьей строки табл. 1, деленной на число поступивших требований ($n = 12$):

$$(1 + 2 + 6 + 5 + 3 + 1) : 12 = 18 : 12 = 1,5 \text{ мин};$$

б) среднее время обслуживания требований - сумма четвертой и шестой строк, деленная на число требований:

$$((32 + 20 + 18 + 34 + 21 + 11 + 15) + (10 + 33 + 24 + 37 + 19)) : 12 = 274 : 12 = 22,8 \text{ мин};$$

в) средняя доля времени простоя наладчиков - разность суммарного времени, до которого мы прослеживаем работу наладчиков ($186 + 173$), и суммы времени обслуживания станков, отнесенная к первой сумме:

$$(186 + 173 - 274) : 359 = 0,24, \text{ или } 24\%.$$

3. Оценим среднюю долю времени простоя наладчиков, пользуясь теоретическими формулами для двухканальной системы массового обслуживания, в предположении, что каналы обладают равной интенсивностью обслуживания:

$$P_0 = \frac{2 - \alpha}{2 + \alpha} \text{ – вероятность того, что оба канала свободны;}$$

$P_1 = \alpha \cdot P_0$ – вероятность того, что занят только один канал;

$P_2 = \frac{\alpha^2}{2 + \alpha}$ – вероятность того, что заняты оба канала;

$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ – параметр (коэффициент) загрузки.

В нашем случае:

$$\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2},$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot \lambda}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{2 \cdot 8}{6 + 5} = \frac{16}{11} \approx 1,45.$$

Тогда средняя доля незанятости (простоя) каналов (наладчиков) будет равна

$$\rho = 1 \cdot P_0 + \frac{1}{2} \cdot P_1 = P_0 \left(1 + \frac{\alpha}{2} \right) = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - 0,73 = 0,27.$$

4. Представим графически на рис.1 динамику работы наладчиков ($y=1$ – наладчик работает, $y=-1$ – наладчик простаивает).

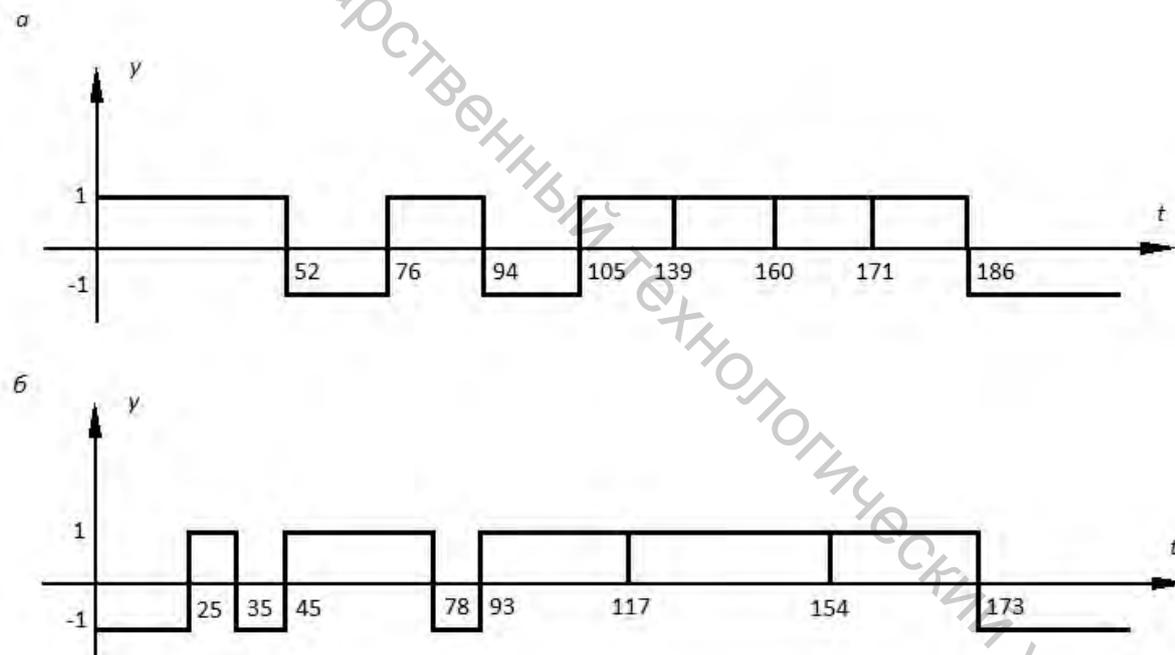


Рисунок 1 – Графики работ первого (а) и второго (б) наладчиков.

Как следует из расчётов по аналитической модели, выборочная оценка ρ равна 0,24; эта же величина по имитационной модели равна 0,27. Различие между теоретической и выборочной оценками объясняется малым объёмом выборки.