

Секция: Технические науки

САЛИКОВ ВАЛЕНТИН АЛЕКСАНДРОВИЧ

Канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации Днепропетровского национального университета

КУЗЬМЕНКО ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА

студент кафедры автоматизированных систем обработки информации Днепропетровского национального университета, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА МОДЕЛИ ANYLOGIC

В материалах доклада [1] освещены вопросы построения концептуальной модели для имитации процесса изготовления изделия на предприятии с учетом действия многих случайных факторов – разброса времени изготовления комплектующих блоков в цехах предприятия $\bar{t}_{изг}$, непредвиденных случаев отбраковки блоков, времени контроля блоков \bar{t}_k и проверки изделий $\bar{t}_{пр}$ и др. Проведен простой эксперимент – тестирование модели для двух наборов входных параметров и показано, что для установления однозначных зависимостей выходных характеристик модели от возмущающих факторов необходимо планомерное варьирование параметрами модели и регистрация статистик для соответствующих выходных характеристик. Специалистам от производства интересны, в первую очередь, такие показатели как производительность технологического процесса – среднее число изготовленных за рабочую смену (8 час.) изделий $\bar{n}_{изд}$, среднее время изготовления одного изделия $\bar{t}_{изд}$, среднее число отбракованных блоков $\bar{K}_{ол}$, стоимость изделий $C_{изд}$ и др. Созданная модель

позволяет получить указанные характеристики путем многократных прогонов модели и применения усредняющих процедур для случайных процессов на выходе [2].

Выполним прогнозирование поведения реального производственного процесса путем имитации его на модели. С этой целью будем варьировать выделенные управляющие параметры и регистрировать полученные после проведения прогонов выходные характеристики модели. Из числа управляющих параметров модели выделим следующие: 1) среднее время изготовления блоков $\bar{t}_{\bar{o}li}$ ($i = \bar{1}, \bar{4}$). Для простоты интерпретации результатов примем: $\bar{t}_{\bar{o}l1} = \bar{t}_{\bar{o}l2} = \bar{t}_{\bar{o}l3} = \bar{t}_{\bar{o}l4}$; 2) время контроля одного блока \bar{t}_{ki} ($i = \bar{1}, \bar{4}$). Пусть $\bar{t}_{k1} = \bar{t}_{k2} = \bar{t}_{k3} = \bar{t}_{k4}$. 3) число забракованных блоков (%) $Q_{\bar{o}p1} = Q_{\bar{o}p2} = Q_{\bar{o}p3} = Q_{\bar{o}p4}$; время сборки изделия \bar{t}_{CB} ; 4) число забракованных блоков приемкой $Q_{PP}\%$. Для сокращения числа исследуемых вариантов фиксируем неизменными следующие параметры модели: 1) время замены боков $\bar{t}_{зам}$; 2) время приёмки изделия \bar{t}_{PP} ; 3) доля брака при приемке изделия $Q_{PP}\%$; 4) время сборки изделия \bar{t}_{CB} ; 5) время проверки изделия \bar{t}_{PP} ; 6) число забракованных изделий $Q_{изд}(\%)$; 7) стоимости изготовления блоков $C_{изд}$, проверки C_{PP} , сборки C_{CB} , замены $C_{зам}$ и приемки изделий C_{PPM} .

Для выполнения имитации выбраны исходные данные, приведенные в [1, с. 75]. Виртуальное время задано в минутах. Назначены “уникальные” прогоны и время окончания эксперимента $T_{ЭКСП} = 480$ мин (одна рабочая смена) [2]. Продолжительность эксперимента на ПК с процессором Intel (R) Core i3-2410M CPU составляет примерно 3 минуты.

Исследуем влияние времени изготовления блоков $\bar{t}_{\bar{o}li}$ на производительность процесса по числу изготовленных изделий $\bar{n}_{изд}$.

Определим план четырех экспериментов: $\bar{t}_{\bar{o}li} = (5; 10; 15; 20)$. Получены

следующие результаты: для варианта $\bar{t}_{\text{бли}}=5$ среднее значение изготовленных блоков $\bar{n}_{\text{изд}}=14,98$, с.к.о.=5,75. Гистограмма распределения случайной величины $n_{\text{изд}}$ показана на рис. 1. После прогонов модели для

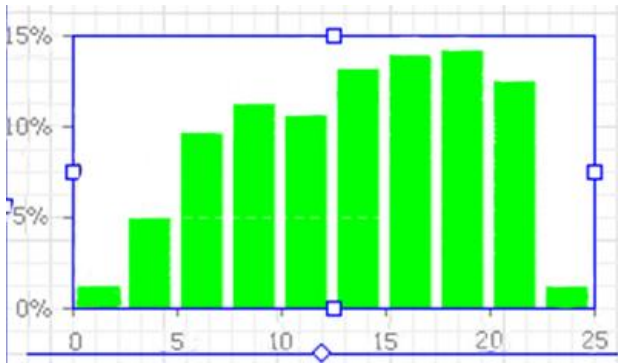


Рис. 1 Гистограмма величины $n_{\text{изд}}$

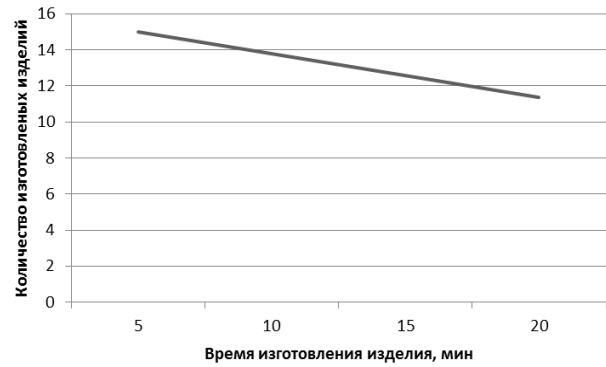


Рис. 2 Вид функции $\bar{n}_{\text{изд}}=f(\bar{t}_{\text{бли}})$

$\bar{t}_{\text{бли}}=(10; 15; 20)$ получаем соответственно: $\bar{n}_{\text{изд}}=(13,78\pm 5,04; 12,56\pm 6,32; 11,34\pm 5,05)$. По этим данным построен график на рис. 2. Определим чувствительность функции $\bar{n}_{\text{изд}}=f(\bar{t}_{\text{бли}})$: $\delta \bar{n}_{\text{изд}1}=\Delta \bar{n}_{\text{изд}}/\Delta \bar{t}_{\text{бли}}=-0,24$ изд/мин. (функция убывающая).

Исследуем влияние на выпуск изделий $\bar{n}_{\text{изд}}$ времени контроля блоков $\bar{t}_{\text{ки}}$. Примем $\bar{t}_{\text{ки}}=(5;10;15;20)$, $\bar{t}_{\text{бли}}=10$, остальные параметры фиксированы. Получен следующий результат: $\bar{n}_{\text{изд}}=(14,63\pm 4,87; 13,55\pm 4,56; 12,86\pm 5,94; 11,95\pm 5,87)$. Гистограмма случайной величины $n_{\text{изд}}$ для случая $\bar{t}_{\text{ки}}=5$ показана на рис. 3, а зависимость $\bar{n}_{\text{изд}}=f(\bar{t}_{\text{ки}})$ – на рис. 4. Оценка чувствительности $\delta \bar{n}_{\text{изд}2}=-0,18$ изд/мин. Как видим, по модулю $\delta \bar{n}_{\text{изд}2} < \delta \bar{n}_{\text{изд}1}$, т.е. влияние времени изготовления блоков $\bar{t}_{\text{бли}}$ более существенно.

Исследуем влияние брака на этапе контроля изготовления блоков на число отбракованных изделий $\bar{K}_{\text{от}}$. Примем следующие варианты $Q_{\text{бп}}\%=(1;4;8;10)$. Получен следующий результат $\bar{K}_{\text{от}}=(2,13\pm 1,95; 4,36\pm 2,68;$

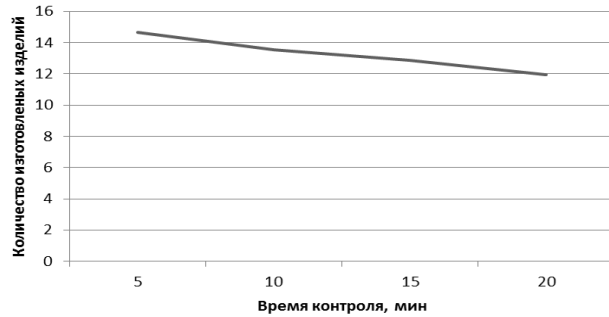
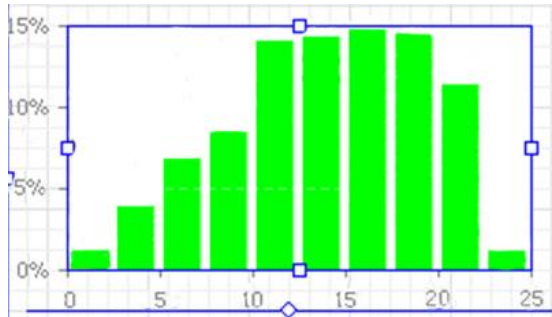


Рис. 3 Гистограмма величины $n_{\text{изд}}$ Рис. 4 Вид функции $\bar{n}_{\text{изд}}=f(\bar{t}_{ki})$

$5,89\pm 2,13; 6,35\pm 4,35)$. Гистограмма случайной величины $K_{\text{от}}$ для случая $Q_{\text{бп}}=4\%$ показана на рис. 5, а зависимость $\bar{K}_{\text{от}}=f(\bar{Q}_{\text{бп}})$ – на рис. 6.

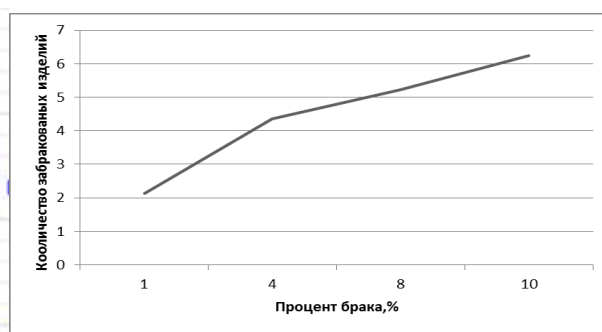
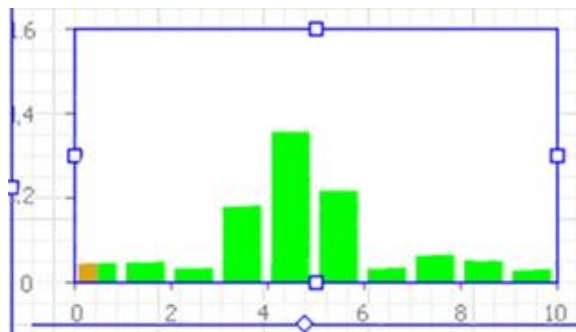


Рис. 5 Гистограмма величины $K_{\text{от}}$ Рис. 6 Вид функции $\bar{K}_{\text{от}}=f(\bar{Q}_{\text{бп}})$

Оценка чувствительности для функции $\bar{K}_{\text{от}}=f(\bar{Q}_{\text{бп}})$ $\delta \bar{K}_{\text{от}}=0,46$ изд/% (на каждый процент брака при контроле блоков число забракованных изделий возрастает на 0,46 штук).

Полезно оценить влияние на программу выпуска регистрации брака в отделе приемки изделий. Положим $Q_{\text{пр}}\%=(1; 4; 8; 10)$, а $Q_{\text{бп}}=4\%$. Имитация модели для заданной вариации параметра $Q_{\text{пр}}$ дает: $\bar{n}_{\text{изд}}=(14,65\pm 4,87;$
 $13,46\pm 5,16; 12,86\pm 5,95; 10,85\pm 5,34)$. Гистограмма распределения величины

$\bar{n}_{изд}$ для $\bar{Q}_{ППi}=1\%$ показана на рис. 7, а функция $\bar{n}_{изд}=f(\bar{Q}_{ППi})$ - на рис. 8. Оценка чувствительности для функции $\bar{n}_{изд}=f(\bar{Q}_{ППi})$ $\delta \bar{n}_{изд} = - 0,15$ изд/°.

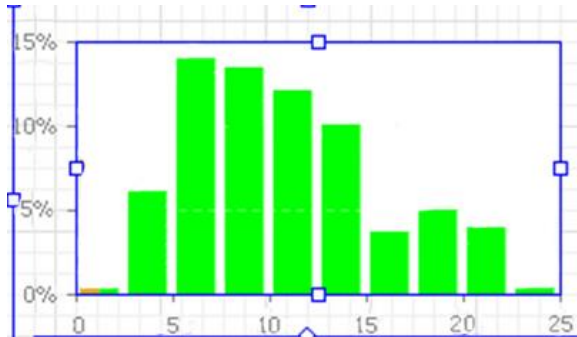


Рис. 7 Гистограмма величины $n_{изд}$

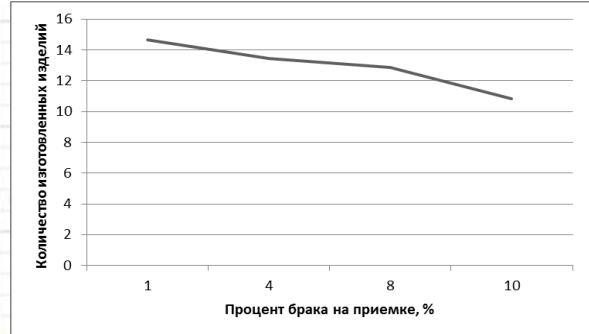


Рис. 8 – Вид зависимости $\bar{n}_{изд}=f(\bar{Q}_{ППi})$

Аналогичным образом можно получить и другие полезные для практики результаты. При участии в создании, настройке и испытаниях модели экономистов и инженеров от производства можно уточнить и расширить состав управляющих параметров и выходных характеристик, а полученные результаты моделирования эффективно использовать для прогнозирования и планирования серийного и массового производства изделий.

Литература

1. Саликов В. А., Кузьменко Т. С. Анализ деятельности предприятия на основе имитационного моделирования // Материалы XLIV Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире». – № 12 (43). – М., Изд. «Интернаука», 2015. - 142 с.
2. Боев В.Д., Д.И. Кирик, Р.П. Сыпченко «Компьютерное моделирование» Пособие для курсового и дипломного проектирования. – СПб.: ВАС, 2011. – 348 с.