

М435866

Министерство высшего и среднего специального образования
С С С Р

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ,
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ имени Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

ЖУКОВА Элеонора Леонидовна

УДК 621.9.06-52:658.527(043.3)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РИТМИЧНОСТИ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ
АВТОМАТИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ

Специальность - 05.13.07 - Автоматизация
технологических процессов и производства
(машиностроение)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1986

Работа выполнена во Всесоюзном заочном политехническом институте и в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС).

Научный руководитель - доктор технических наук
Б.И. ЧЕРПАКОВ

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
Д.Я. ИЛЬИНСКИЙ
кандидат технических наук, доцент
Б.А. УСОВ

Ведущее предприятие Производственное объединение ПЗ-1

Работа рассмотрена "5" мая 1986 г. на заседании
3.15.01 в Московском высшем тех-
на по адресу: 107005, Москва,

одном экземпляре, заверенный пе-
нному адресу.

миться в библиотеке МВТУ имени

апреля 1986 г.

M435866



В.Т. РЯБОВ

Актуальность проблемы. Главным направлением развития машиностроения в последние десятилетия является широкая автоматизация производственных процессов, особенно в условиях массового производства, где основное оборудование – комплексные автоматические линии (АЛ), связанные в участки и цехи. Организация их эксплуатации предъявляет высокие требования к синхронизации отдельных составляющих такого производства. Несмотря на автоматический цикл, выпуск продукции АЛ за смену колеблется до $\pm 40\%$ относительно среднего значения. Это объясняется физической природой функционирования АЛ, выпуск продукции которой в единицу времени является случайной величиной.

М 435866

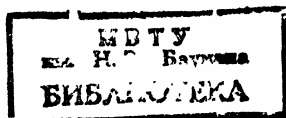
Колебания выпуска продукции ставят под угрозу выполнение плана завода по изготовлению изделия в целом, так как например, несвоевременная подача любой из обработанных на АЛ деталей на сборочный конвейер приводит к его остановкам. Излишние запасы деталей на промежуточных складах увеличивают незавершенное производство. Оценка ритмичности необходима для выбора оптимальных объемов промежуточных складов между различными участками производства и согласования параметров их производительности, для установления режима поставки заготовок, расчета количества комплектов запасного инструмента, необходимых в течение расчетного интервала времени, и установления других характеристик, необходимых для организации рациональной эксплуатации АЛ. Сведения о ритмичности выпуска продукции АЛ являются важными показателями оценки ее конструкции и рациональности эксплуатации. Обеспечение необходимой ритмичности выпуска продукции АЛ требует специальных мероприятий и является актуальной задачей в проблеме повышения эффективности автоматизированного производства.

Цель работы. Разработка методов обеспечения ритмичности выпуска продукции в системе "АЛ-склад-заказчик".

Основные задачи диссертационной работы:

I. Установление показателя, оценивающего колебания выпуска продукции АЛ и его характеристик.

I



2. Создание методики определения ритмичности выпуска продукции АЛ.

3. Разработка математической модели функционирования АЛ с учетом распределения продукции потребителям для анализа производительности и ритмичности.

4. Разработка методов повышения производительности системы "АЛ-склад-заказчик" путем обеспечения ритмичности функционирования ее элементов за счет изменения показателей надежности оборудования, совершенствования системы эксплуатации и создания компенсационного запаса оптимального объема.

Методы исследования. В работе использованы основные положения теории производительности АЛ. В результате теоретических исследований, в том числе математического моделирования на ЭВМ ЕС-1033, и комплексного изучения оборудования в условиях действующего производства, установлены основные факторы, воздействие на которые обеспечивает повышение ритмичности выпуска продукции. Работа базируется на математическом аппарате теорий надежности и массового обслуживания, а также общей методике технико-экономического анализа процессов производства. Экспериментальные исследования выполнены путем автоматизированных хронометражных и долговременных комплексных наблюдений за АЛ в условиях действующего производства. Полученные результаты проверены вычислительным экспериментом на ЭВМ по исходным данным, полученным в ходе исследования действующих АЛ.

Научная новизна.

1. Разработаны модели функционирования АЛ в технологической системе "АЛ-склад-заказчик" по критерию ритмичности.

2. Установлены функциональные зависимости ритмичности выпуска продукции АЛ на определенном интервале времени от математического ожидания и дисперсии выпуска, характеристик надежности встроенного оборудования, емкости межоперационных накопителей и принятой системы эксплуатации.

3. Раскрыт механизм влияния на производительность технологической системы "АЛ-склад-заказчик" ритмичности выпуска продукции путем выбора величины компенсационного задела между АЛ и сборочным конвейером или складом готовой продукции.

4. Выявлена зависимость коэффициента ритмичности выпуска продукции АЛ от интервала времени его оценки (час, смена, сутки и т.д.).

Практическая ценность

Результаты работы вошли в отраслевой стандарт Минстанкопрома ЗН69-3-84 "Линии автоматические. Основные понятия и система показателей производительности и надежности";

- подготовлены и переданы во ВНИИМаш рекомендации по совершенствованию ГОСТа 27.204-83 "Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам расчета надежности по параметрам производительности";

- разработаны типовая методика, расчетные формулы и программы для ЭВМ, позволяющие провести комплекс работ по повышению ритмичности выпуска продукции АЛ в условиях машиностроительного завода;

- результаты работы внедрены на одном из машиностроительных заводов с общим годовым экономическим эффектом 55,0 тыс. рублей.

Результаты работы могут быть использованы в автомобильной промышленности, тракторном и сельскохозяйственном машиностроении и в других отраслях с массовым и крупносерийным производством.

Апробация работ. Основные результаты работы докладывались на заседании кафедры "Технология машиностроения" ВЗПИ (1983-1985 гг.), на научном семинаре лаборатории ЭНИМС (1983-1985 гг.), на Всесоюзных конференциях в МДНТП им.Ф.Э.Дзержинского (1983, 1984 гг.), на научных конференциях ВЗПИ (1983-1985 гг.).

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в 5 печатных работах.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 140 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 62 наименований, 61 рисунка, 22 таблиц и приложений.

Научный консультант: к.т.н. доц. Ковшов А.Н.

В введении обоснована актуальность темы диссертационной работы.

В первой главе проведен анализ тенденций технического развития автоматизации массового производства, показывающий, что применение АЛ будет и в дальнейшем расширяться, а эффективность их работы зависит от рационального использования оборудования.

На основе отечественных и зарубежных литературных данных проанализированы колебания выпуска продукции АЛ в условиях действующего производства, используемые методы оценки ритмичности выпуска продукции, а также мероприятия по повышению ритмичности их функционирования в составе технологических систем. Анализ работ, выполненных в ЭНИМСе под руководством д.т.н. проф.Владзиевского А.П., д.т.н. Черпакова Б.И., в МВТУ им.Баумана под руководством д.т.н. проф.Шаумяна Г.А. д.т.н. проф.Волчкевича Л.И., в Московском автомеханическом институте под руководством д.т.н. проф.Дашенко А.И., в Московском институте химической и газовой промышленности под руководством д.т.н. проф.Базрова Б.М., в МосСКБАЛИАС, МосСКБАЛИАСС, МинСКБАЛ и в ряде других организаций, показал, что АЛ, используемые в промышленности, имеют значительные колебания выпуска продукции; методы оценки ритмичности выпуска продукции, принятые в исследованиях, различны, что не позволяет сопоставлять результаты, полученные разными авторами; предложенные мероприятия по повышению ритмичности выпуска продукции АЛ не имеют научно обоснованных требований, связанных с условиями их функционирования в технологической системе, а оптимальность тех или иных мероприятий не подтверждена технико-экономическим анализом.

Во второй главе разработан метод оценки оптимальной ритмичности выпуска продукции АЛ, основанный на комплексном анализе трехуровневой обобщенной технологической системы, включающей АЛ, промежуточные склады и заказчиков (потребителей продукции) (рис.1). В качестве заказчиков могут выступать сборочный конвейер, склад готовой продукции и др., предъявляющие различные требования к колебаниям выпуска продукции. Такой подход позволяет установить оптимальные требования к ритмичности выпуска продукции АЛ с заданной вероятностью P их удовлетворения. Информационные потоки о работе оборудования, объемах запасов на складах и степени удовлетворения заказчиков, позволяют персоналу, обслуживающему технологическую систему, выработать управляющие воздействия.

Процесс выпуска продукции АЛ из-за влияния различных факторов (отказы и восстановления работоспособности оборудования и инструментов, несвоевременная подача заготовок и др.) не является детерминированным и может быть описан только как случайный процесс. Его характеристики (математическое ожи-

дание, дисперсия и др.) не зависят от времени (стационарность) и от начального состояния (эргодичность). В прогнозируемый промежуток времени выпуск продукции АЛ может быть задан только интервальным значением.

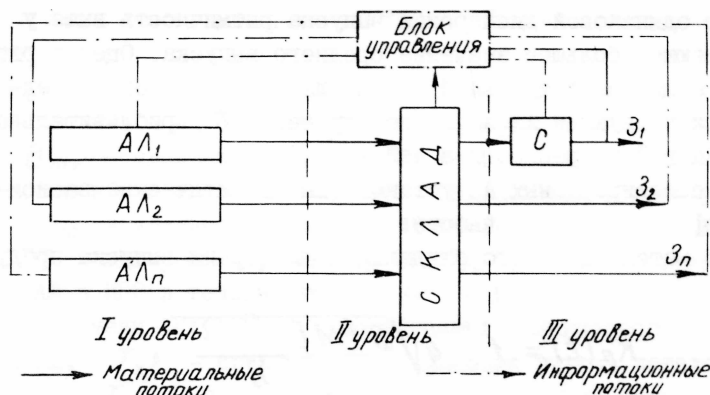


Рис.1. Системно-структурная модель функционирования обобщенной технологической системы

Развитие методов оценки функционирования АЛ привело к необходимости выполнения расчетов, ранее не применявшихся в теории производительности АЛ, — определению ритмичности выпуска продукции, которое определяет отклонение выпуска продукции от среднего значения за определенный интервал времени (час, смена и т.д.). Коэффициент ритмичности $K_p(t)$ в соответствии с ГОСТом 27.204-83 определяют по формуле:

(I)

$$K_p(t) = 1 - \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \frac{|N_j(t) - \bar{N}(t)|}{2 \bar{N}(t)},$$

где K — число интервалов на промежутке времени t , на которых регистрируется объем выпуска продукции; $j = \overline{1, K}$;

$$\bar{N}(t) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K N_j(t),$$

$N_j(t)$ — выпуск продукции на j -м интервале времени t .

$K_p(t)$ оценивает ритмичность выпуска продукции следующим образом: при значении $K_p(t) = 0,95$ фактические колебания выпуска продукции за интервал времени t , относительно среднего значения, составляют 10%.

Проведенный анализ формулы (1) показал возможность ее использования для расчета $K_p(t)$ АЛ. Из двух АЛ с одинаковым средним выпуском продукции за период t более ритмично работает та, у которой меньше дисперсия производительности. Из двух АЛ с одинаковой дисперсией выпуска ритмичность выше у линии, имеющей большее значение среднего выпуска. Оценка ритмичности является актуальной только для случая, когда средний выпуск продукции АЛ за период времени t приблизительно равен плановой потребности в ней.

Для сблокированных АЛ установлены аналитические зависимости коэффициента ритмичности:

- от математического ожидания и дисперсии выпуска продукции

$$K_p(t) = 1 - 0,4 \sqrt{\frac{D\{M[N(t)]\}}{M[N(t)]}}, \quad (2)$$

где

$M[N(t)]$ - математическое ожидание $N(t)$; $D\{M[N(t)]\}$ - дисперсия выпуска $N(t)$;

- от показателей надежности оборудования и системы его эксплуатации

$$K_p(t) = 1 - 0,4 \sqrt{\frac{2 \sum_{i=1}^n B_i / \mu_i}{(1 + \sum_{i=1}^n B_i + \frac{1}{\tau} \sum_{j=1}^p f_j / K_j) t}}, \quad (3)$$

где B_i - удельная длительность восстановления i -го станка; $i = \overline{1, n}$; μ_i - интенсивность восстановления i -го станка;

f_j - длительность регламентированного технического обслуживания (РТО) j -го вида; $j = \overline{1, p}$; p - число видов РТО;

K_j - количество деталей, после обработки которых АЛ останавливается на РТО; τ - длительность цикла на лимитирующей операции; t - интервал времени обработки партии деталей.

На рис.2 приведены результаты анализа формулы (3). Коэффициент ритмичности зависит от μ_i . При одних и тех же величинах B_i, f_j, K_j, τ значение $K_p(t)$ больше у той АЛ, которая имеет большие колебания величины $1/\mu_i$. Ритмичность характеризует стабильность времени производственного процесса (Т) выпуска определенного количества изделий. Анализ функционирования технологических систем "АЛ-склад-заказ-

чик" в условиях массового производства позволил установить основные факторы, влияющие на $T = const$

$$T = N(t)[\tau_o + \tau_k + \tau_o(B_{отк} + B_{пто})] + \sum_{j=1}^{j=p} f_j + \frac{T_n N(t) \tau_o}{\phi \varrho_{т.и}} + T_{хр} + T_{огр},^{(4)}$$

где τ_o - длительность цикла единицы оборудования на последнем участке АЛ; τ_k - длительность контроля единицы продукции; $B_{отк}$ - удельная длительность восстановления работоспособности из-за внезапных отказов оборудования и инструментов; $B_{пто}$ - удельная длительность РТО; f_j - длительность j -го РТО в интервале времени $\tau_o N(t)/\varrho_{т.и}$; T_n - время простоя АЛ в ППР в течение года; ϕ - действительный годовой фонд времени АЛ; $\varrho_{т.и}$ - коэффициент технического использования АЛ; $T_{хр}$ - среднее время хранения партии деталей на складе; $T_{огр}$ - потери времени на всех этапах производства деталей, связанные с организационными причинами.

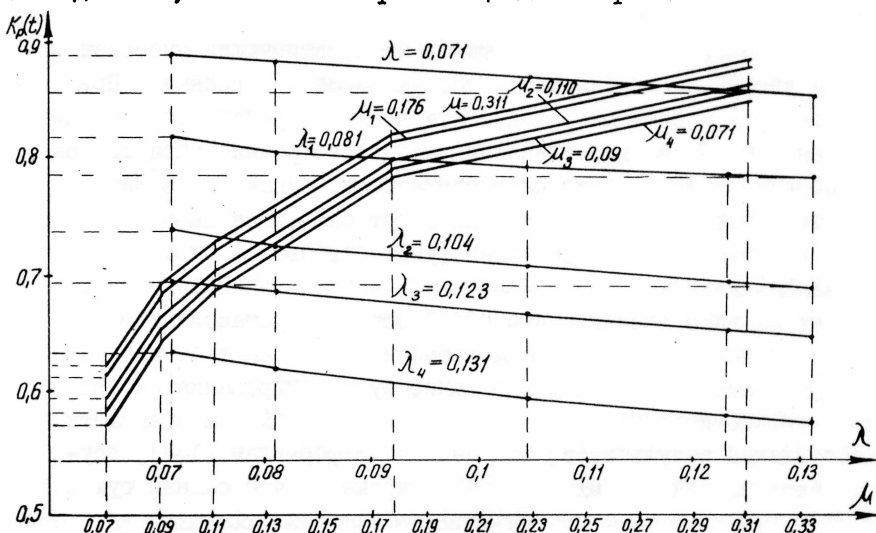


Рис. 2. Зависимость $K_p(t)$ от показателей надежности оборудования АЛ

Для обеспечения стабильности по времени выпуска продукции технологической системой в условиях действующего производства возможно воздействие на показатели надежности оборудования АЛ, уровень РТО, фонд времени фактического использования

ния оборудования, а также на сроки хранения продукции на складах и потери времени по организационным причинам.

Расчет ритмичности несблокированной АЛ аналитическими методами является сложной задачей, поэтому в работе использовано моделирование на примере однопоточной семиучастковой линии. При задании характеристик АЛ в качестве переменных величин пропорционально изменялись наработка на отказ и среднее время восстановления (при сохранении постоянного значения удельной длительности восстановления), вводились РТО, изменялись емкости межоперационных накопителей на лимитирующих операциях и численность обслуживающего персонала. Установлено, что пропорциональное изменение показателей надежности оборудования (без изменения среднего значения выпуска) оказывает влияние на $K_p(t)$ до определенного значения, зависящего от исходных данных, принятых при моделировании. Внедрение РТО при сохранении $B_{отк} + B_{пто} = const$ обеспечивает увеличение $K_p(t)$ до определенного значения, также в зависимости от исходных данных. Аналогично, влияет на $K_p(t)$ изменение емкости межоперационных накопителей на лимитирующих участках, а также увеличение численности обслуживающего персонала. При необходимости повышения ритмичности выпуска продукции АЛ предлагается использовать воздействия на рассмотренные характеристики оборудования и процесса эксплуатации, однако их эффективность и возможность реализации могут быть оценены в конкретной производственной ситуации функционирования системы "АЛ-склад-заказчик".

Специальное исследование было посвящено установлению влияния длительности интервала времени t на значение $K_p(t)$. Имитационное моделирование функционирования АЛ позволило установить, что с увеличением t $K_p(t)$ возрастает. Сопоставление результатов, полученных по формулам (1-3), осуществляют при одинаковых интервалах времени (час, смена, сутки и т.д.). При планировании ритмичности выпуска продукции АЛ необходимо принимать значения $K_p(t)$ дифференцировано в зависимости от интервала времени.

Для установления фактических значений $K_p(t)$ оценена работа 16 АЛ на ведущих машиностроительных заводах (ЗИЛ, ВАЗ и АЗЛК и др.), имеющих установившуюся систему эксплуатации. Диапазон колебаний оказался значительным ($1 \pm 0,670$). Поэтому введено понятие базового значения коэффициента ритмич-

ности $K_p^s(t)$ (по аналогии с коэффициентом технического использования АЛ). За интервал времени сутки принято $K_p^s(t)=0,95$ с допустимыми колебаниями $\pm 0,9$. $K_p^s(t)$ предложено использовать для сравнения со значением $K_p(t)$ конкретных АЛ с целью предварительной оценки возможности повышения их ритмичности.

В третьей главе приведены результаты исследования ритмичности выпуска продукции методом статистического анализа функционирования несблокированной двухпоточной АЛ по изготовлению поршней на одном из машиностроительных заводов, а также распределение ее продукции заказчикам. Комплексное исследование технологической системы "АЛ-склад-заказчик" (производительности, надежности, ритмичности, распределения продукции заказчиком) проводилось автором в составе бригады сотрудников ЭНИМСа и МосСКБАЛНСС под руководством к.т.н.Немировского П.З. путем сочетания специальных кратковременных исследований с использованием автоматических приборов и долговременных систематических наблюдений. По данным кратковременных и долговременных наблюдений анализировалась работа технологической системы за интервалы времени: 103 часа, 49 смен, 112 суток, 14 декад, 52 месяца. В результате проведенных исследований установлена существенная неритмичность выпуска продукции за все изучаемые интервалы времени. Так, например, колебание относительно среднего значения $\bar{K}_p(t) = 0,889$ по вторым сменам (наиболее стабильным) составило 22% при $K_p(t)_{max} = 1$ и $K_p(t)_{min} = 0,610$. Установлено, что колебания выпуска продукции связано с низкой надежностью оборудования АЛ и определенными недостатками в организации ее эксплуатации на данном заводе. За длительный период эксплуатации АЛ с учетом старения оборудования значение $K_p(t)$ снижается несмотря на общий рост выпуска продукции, связанный с увеличением фонда времени работы оборудования. Исследование работы технологической системы "АЛ-склад-заказчик" показало, что продукция АЛ отправляется четырем заказчикам, среди которых приоритетным является сборочный конвейер двигателей, использующий 80% продукции. Требования к сборочному конвейеру распространяются на остальных трех заказчиков. Поступление продукции на сборочный конвейер на заводе носит случайный характер: число партий отправки и их объем нерегулируемы. Между АЛ и сборочным конвейером промежуточный задел отсутствует. При исследовании отмечались многочисленные простои сборочного конвейера из-за отсутствия поршней.

Статистическая обработка данных, полученных при исследовании АЛ по обработке поршней, позволила установить:

- низкие значения $\eta_{т.н.}$ оборудования в составе АЛ, равные в большинстве случаев 0,5 при отдельных значениях до 0,342; большое количество простоев из-за отказов оборудования, низкие показатели его надежности;

- значение $K_p(t)$, равное 0,908 за интервал времени сутки при колебаниях 0,999–0,667, что меньше, чем $K_p^5(t)$. Повышение ритмичности выпуска продукции на данной АЛ возможно за счет внедрения специальных организационно-технических мероприятий;

- наличие корреляционной зависимости $K_p(t)$ АЛ от интервала времени, за которой производится его оценка (час, смена, сутки и др.) (рис.3);

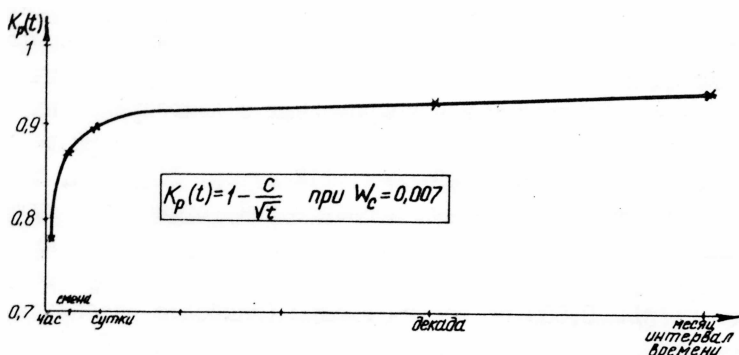


Рис.3. Зависимость $K_p(t)$ от интервала времени

- колебания выпуска продукции АЛ за интервал времени сутки подчинены нормальному закону распределения.

Четвертая глава посвящена разработке на основе теоретических положений организационно-технических мероприятий по повышению производительности технологической системы "АЛ-склад-заказчик". Проведенный анализ позволил разделить эти мероприятия на две группы. Первая группа направлена на повышение ритмичности выпуска продукции АЛ за счет повышения показателей надежности оборудования, внедрения систем технической диагностики и РТО, увеличения численности и повышения квалификации обслуживающего персонала, совершенствования транспортно-накопительной системы, введения в АСУ подсистемы "Контроль за ритмичностью выпуска продукции" для принятия управленческих решений. Вторая

группа мероприятий направлена на компенсацию неритмичности выпуска продукции АЛ за счет создания компенсационного задела оптимальной емкости между производящим оборудованием и заказчиком и внедрения регламентированной системы обслуживания заказчиков.

В работе предложены математическая модель функционирования обобщенной технологической системы "АЛ-склад-заказчик" и пакет реализующий ее программ на ЭВМ, позволяющие определить влияние на $K_p(t)$ различных мероприятий, связанных с функционированием АЛ (длительности цикла, безотказности работы оборудования, численности персонала и др.), количества деталей на складе и системы распределения продукции заказчиком. Выбор наиболее эффективных мероприятий для конкретной АЛ проводится на основании технико-экономического анализа при условии обеспечения заданного $K_p(t)$ с вероятностью p и ограничениях на затраты, необходимые для их реализации.

Учитывая специфику эксплуатации АЛ на исследуемом заводе (состояние оборудование, повышенную численность обслуживающего персонала, ограниченность средств на внедрение мероприятий), был выполнен моделирующий эксперимент, связанный с оценкой возможности гарантированного выпуска продукции за интервал времени сутки по фактическим показателям работы оборудования, полученным при исследовании линий (гл. III). В табл. I приведены полученные результаты:

Т а б л и ц а I

Вероятность выпуска продукции АЛ, $p \cdot 100\%$	Выпуск продукции при $p \cdot 100\%$, шт.	Дополнительный фонд времени для обеспечения гарантированного выпуска в неделю, ч
50	7599	5,5
75	7975	11,0
95	8101	12,5
99	9078	27,0

Для обеспечения с $p = 0,99$ гарантированного выпуска продукции необходимо увеличение программы на $\sim 20\%$ по сравнению с $p = 0,5$, что в условиях завода возможно только за счет организации непрерывного режима работы АЛ с дополнительным фондом в 27 ч в неделю.

Другое мероприятие, связано с повышением $K_p(t)$ АЛ по обработке поршней. Предложен ряд организационно-технических мероприятий по совершенствованию системы эксплуатации и модернизации оборудования (внедрение РТО режущего инструмента и гидросистемы, модернизация узлов механизмов загрузок и электрооборудования и др.), внедрение которых по данным моделирующего эксперимента позволило увеличить среднее значение $K_p(t)$ за сутки до 0,962. Внедрение этих мероприятий требует значительных материальных средств и остановки АЛ на длительный период для проведения ремонта и модернизации.

Рассмотрено мероприятие, связанное с повышением производительности, за счет совершенствования информационных потоков о ритмичности в системе "АЛ-склад-заказчик" путем создания на уровне цеха в АСУ подсистемы "Контроль за ритмичностью выпуска продукции". Предложены блок-схема системы и основные алгоритмы оценки $K_p(t)$ за различные интервалы времени. Применение подсистемы на базе имеющихся в цехе средств вычислительной техники позволит получить экономический эффект 3,5 тыс. рублей в год в расчете на одну АЛ.

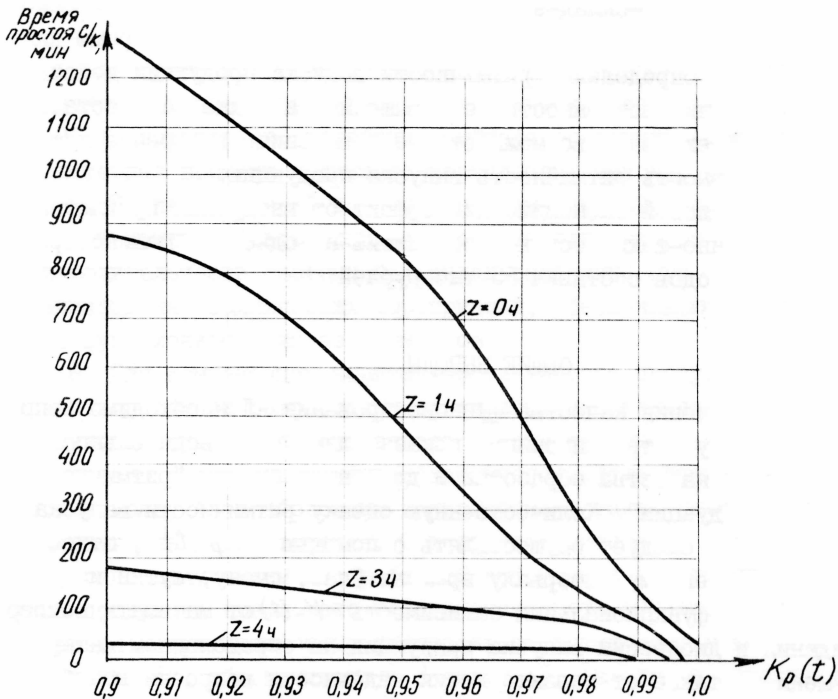
Оценка эффективности мероприятий, связанных с созданием компенсационного задела и внедрением регламентированной системы доставки деталей, проводилась путем моделирующего эксперимента системы "АЛ-склад-заказчик" в условиях исследуемого завода. При показателях работы оборудования (гл. III) и разработанной регламентированной системы доставки поршней (через 4 ч фиксированной партией с доукомплектованием ее через каждый час при недопоставке поршней на сборку) оценивалось удовлетворение потребности сборочного конвейера (уровень простоев, количество ездов на склад за партиями) при различных значениях компенсационного задела и заданном значении Р.

Результаты моделирующего эксперимента работы сборочного конвейера в течение месяца при условии поступления продукции от действующего на заводе АЛ приведены в табл. 2 и на рис. 4.

На рис. 4 показан график зависимости времени простоя сборочного конвейера от фактических значений $K_p(t)$ и величины компенсационного задела. Анализ графика показывает, что повышение $K_p(t)$ возможно путем одновременного проведения мероприятий, связанных как с повышением ритмичности работы АЛ, так и компенсации ее неритмичности.

Т а б л и ц а 2

Величина компенсацион- ного задела, ч	Простой сборочного конвейера из-за отсутствия поршней		Число дополни- тельных ездов на склад
	количество	время, ч	
0	86	19,3	177
1	769	13,7	63
3	24	1,7	52
5	3	0,37	4

Рис.4. Влияние $K_p(t)$ на простой сборочного конвейера

Компенсационный задел, равный четырехчасовой средней производительности АЛ, является оптимальным, обеспечивая минимальные простои сборочного конвейера, связанные с вероятностным характером функционирования оборудования. Для сокращения простоев сборочного конвейера предложен следующий порядок эксплуатации технологической системы в случае возникновения длительного простоя последнего участка АЛ, приведшего к исчерпыванию компенсационно-

го задела, производство организовать так, чтобы наработать компенсационный задел оптимальной емкости, а затем начать нормальное функционирование системы. Изготовление поршней для компенсационного задела должно осуществляться в дополнительный фонд времени АЛ, длительность которого регламентирована, а частота его выполнения определяется фактическим состоянием системы "АЛ-склад-заказчик" с использованием информации подсистемы "Контроль за ритмичностью выпуска продукции".

Проведенные исследования, выбор и внедрение организационно-технических мероприятий по повышению ритмичности выпуска продукции в системе "АЛ-склад-заказчик" позволили разработать типовую методику, включающую набор расчетных формул и программ для ЭВМ, с целью определения ритмичности выпуска продукции действующей АЛ, оценки возможности ее повышения, а также разработать наиболее эффективные возможности ее повышения, внедрение которых позволит повысить ритмичность выпуска продукции.

Общий годовой экономический эффект от внедрения предложенных организационно-технических мероприятий на одном из машиностроительных заводов составил 55 тыс.рублей.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Для оценки качества функционирования АЛ необходимо использовать наряду с традиционными показателями производительности, надежности, качества обработки и др. также оценку "ритмичность выпуска продукции". Количественную оценку ритмичности выпуска продукции АЛ следует осуществлять с помощью $K_p(t)$, отнесенному к определенному интервалу времени (час, смену, сутки и др.). Установлена функциональная зависимость $K_p(t)$ от математического ожидания и дисперсии выпуска продукции на определенном интервале времени, а также от характеристик надежности встроенного оборудования, емкости межоперационных накопителей и принятой системы эксплуатации.

2. Ритмичность определяет стабильность интервала времени выпуска АЛ заданной партии деталей. Требования к ритмичности устанавливаются при комплексном анализе трехуровневой обобщенной технологической системы, включающей АЛ, промежуточные склады и заказчиков (потребителей). Математическая модель и комплект программ для моделирования технологической системы "АЛ-склад-

заказчик" позволяют определить оптимальное значение $K_p(t)$ АЛ в конкретных условиях эксплуатации.

3. Выявлены элементы конструкции АЛ и системы ее эксплуатации, воздействие на которые может способствовать стабилизации интервала времени выпуска заданной партии деталей. Моделирующим экспериментом получены качественные зависимости влияния показателей надежности оборудования, вместимости межоперационных накопителей и численности обслуживающего персонала на $K_p(t)$. Степень этого влияния для каждой АЛ определяется технико-экономическим анализом.

4. Установлена корреляционная зависимость $K_p(t)$ АЛ от интервала времени, относительно которого производится оценка ритмичности выпуска продукции. С увеличением интервала времени t $K_p(t)$ возрастает. Колебание выпуска продукции АЛ за длительный интервал времени подчинено нормальному закону.

5. Исследования АЛ по производству поршней, проведенные на одном машиностроительном заводе, выявили резервы повышения производительности системы "АЛ-склад-заказчик" при внедрении организационно-технических мероприятий, обеспечивающих ритмичность функционирования ее элементов.

6. Для компенсации неритмичности выпуска продукции АЛ по обработке поршней разработаны организационно-технические мероприятия. Для реализации на заводе рекомендованы те из них, которые связаны с созданием компенсационного задела оптимальной емкости между АЛ и сборочным конвейером, а также порядком его использования и восполнения. С целью автоматизации процесса управления получением и обработкой информации о ритмичности выпуска продукции предложено усовершенствовать АСУ эксплуатацией АЛ, введя новую подсистему "Контроль за ритмичностью выпуска продукции АЛ", обеспечивающую связь с АЛ, складом и заказчиками.

7. Результаты диссертационной работы использованы:

- при создании отраслевого стандарта Минстанкопрома ОСТ2 Н69-3-84 "Линии автоматические. Основные понятия и система показателей производительности и надежности" и совершенствовании комплекта ГОСТов "Надежность в технике. Технологические системы" в части показателей ритмичности выпуска продукции;
- при разработке типовых методик и набора расчетных формул, а также программ, их реализующих на ЭВМ, предназначенных для проведения комплекса работ, направленных на повышение рит-

мичности выпуска продукции на АЛ в условиях машиностроительного завода;

- ожидаемый экономический эффект от использования рекомендации данной диссертационной работы на одном из машиностроительных заводов составил 55 тыс.руб. в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Кольцова Т.М., Жукова Э.Л. Требования к производительности автоматических линий в технологических системах. - В кн.: Комплекты оборудования и автоматические линии для массового и крупносерийного производства изделий. М.:МДНТП им.Ф.Э.Дзержинского, 1983, с.105-110 (Тр.семинара).

2. Минстанкопром-ОСТ2 Н69-3-84 "Линии автоматические механической обработки. Основные понятия и система показателей производительности и надежности."

3. Жукова Э.Л. Ритмичность выпуска продукции автоматическими линиями. -Механизация и автоматизация производства, 1984, № 2, с.30-31.

4. Черпаков Б.И., Земляной В.В., Жукова Э.Л. и др. Гибкие производственные системы массового и крупносерийного производства: Обзор - М.: НИИмаш, 1984. - с.46-55.

5. Черпаков Б.И., Земляной В.В., Жукова Э.Л. и др. Особенности и способы достижения гибкости в условиях массового и крупносерийного производства. В кн. Проблемы создания ГАП для различных отраслей машиностроения. М. МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского, 1985, с.71-79 (Тр.семинара).

Жукова

